



Les stratégies d'adaptation à la congestion automobile dans les grandes métropoles. Analyse à partir des cas de Paris, São Paulo et Mumbai

Gaele Lesteven

► To cite this version:

Gaele Lesteven. Les stratégies d'adaptation à la congestion automobile dans les grandes métropoles. Analyse à partir des cas de Paris, São Paulo et Mumbai. Géographie. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2012. Français. NNT: . tel-00981240

HAL Id: tel-00981240

<https://theses.hal.science/tel-00981240>

Submitted on 22 Apr 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

École doctorale de Géographie de Paris (ED 434)

Thèse pour obtenir le grade de docteur
de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

Discipline : Géographie, Aménagement

présentée par :

Gaële LESTEVEN

**LES STRATÉGIES D'ADAPTATION À LA
CONGESTION AUTOMOBILE DANS LES GRANDES
MÉTROPOLES**

**ANALYSE À PARTIR DES CAS DE PARIS,
SÃO PAULO ET MUMBAI**

Sous la direction de Gabriel DUPUY

Soutenue publiquement le 3 avril 2012
devant le jury composé de :

Francis BEAUCIRE, Professeur, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne,
Gabriel DUPUY, Professeur émérite, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne,
Bruno FAIVRE d'ARCIER, *rapporteur*, Professeur, Université Lumière Lyon 2,
Jean GRÉBERT, Expert « Systèmes de transport et Mobilité », Renault,
Jean-Pierre ORFEUIL, *rapporteur*, Professeur, Université Paris Est Créteil,
Marie-Caroline SAGLIO-YATZIMIRSKY, Professeur, INALCO.

Á Arnaud

Remerciements

Mes remerciements s'adressent, tout d'abord, à mes deux principaux aiguilleurs : Gabriel Dupuy, directeur de thèse, et Jean Grébert, tuteur industriel.

Aux enseignants du CRIA, toujours à l'écoute, et à mes amis doctorants, précieux compagnons de route.

À Rémi Bastien, directeur de la Recherche de Renault, qui a permis mon détachement dans les filiales brésilienne et indienne, et à mes responsables successifs chez Renault : Jean-Pierre Miraille, Yves Arbeille, Claude Contet et Dominique Levent.

À Orlando Strambi et Bianca Alves qui m'ont accueillie à l'École Polytechnique de l'Université de São Paulo et à Ashok Datar et Sonali Kelkar du *Mumbai Environmental Social Network*.

À mes familles d'accueil au Brésil et en Inde, motorisées bien sûr !

Et à tous les automobilistes franciliens, paulistains et mumbaikars qui, avec beaucoup de gentillesse, m'ont donné de leur temps et m'ont fait partager leur expérience, pas toujours agréable, de la congestion.

Enfin, à mes amis et proches, toujours confiants, en particulier à Arnaud et à mes parents.

Merci !

SOMMAIRE

INTRODUCTION	9
PREMIÈRE PARTIE - ÉTAT DE L'ART, DÉMARCHE ET HYPOTHÈSES DE RECHERCHE.....	19
Chapitre 1 - Définir la congestion automobile.....	21
Chapitre 2 - Les méthodes choisies : l'analyse systémique et la comparaison spatiale	47
DEUXIÈME PARTIE - DIAGNOSTIC D'UNE PATHOLOGIE MÉTROPOLITAINE.....	65
Chapitre 3 - L'environnement du système automobile.....	67
Chapitre 4 - Les symptômes de perturbation du système automobile	113
TROISIÈME PARTIE - LES MÉCANISMES D'ADAPTATION DU SYSTÈME AUTOMOBILE FACE À LA CONGESTION	155
Chapitre 5 - Les macro-réglations classiques	159
Chapitre 6 - Les macro-réglations innovantes	201
Chapitre 7 - Les méso-réglations	223
Chapitre 8 - Les micro-réglations	253
Chapitre 9 - Analyse approfondie des micro-réglations en Île-de-France	291
Chapitre 10 - Les interactions entre réglations	319
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	337

INTRODUCTION

Cette recherche doctorale s'interroge sur le rôle de la congestion automobile dans la vie quotidienne des ménages motorisés¹ des grandes métropoles, en particulier d'Île-de-France. Elle propose d'explorer les stratégies d'adaptation des ménages motorisés, des pouvoirs publics et des acteurs collectifs intermédiaires (entreprises, associations, communautés...) à la congestion automobile, et les interactions entre ces différents niveaux d'adaptation.

Le travail de thèse est réalisé dans le cadre d'une Convention Industrielle de Formation pour la Recherche en Entreprise (CIFRE) entre le constructeur automobile Renault² et le Centre de recherche sur les Réseaux, l'Industrie et l'Aménagement (CRIA) de l'Unité Mixte de Recherche *Géographie-Cités* (CNRS - Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne). Ce travail prolonge des travaux amorcés dès 2005 entre Renault et le CRIA. Il se fait également l'écho d'une sensibilité croissante du constructeur aux enjeux des coûts externes de l'automobile et de la mobilité durable, depuis le début des années 2000.

Dans cette introduction, nous présenterons le contexte de recherche à la fois interne (la collaboration Renault/CRIA) et externe (la préoccupation industrielle) dans lequel s'inscrit cette recherche doctorale. Puis nous soulignerons les points d'originalité qui détachent cette recherche de travaux scientifiques plus classiques sur la congestion.

¹ Nous définissons un ménage motorisé comme un ménage, ou l'ensemble des occupants d'un même logement, qui possède au moins une automobile, autrement dit un véhicule à quatre roues avec un moteur à combustion interne.

² Au sein du groupe « Systèmes de transport et Mobilité », dirigé par J. Grébert et rattaché à la Direction de la Recherche, des Études Avancées et des Matériaux (DREAM) de Renault.

1. Le contexte interne : la collaboration entre Renault et le CRIA

La volonté de répondre à un appel à propositions lancé par le Programme national de Recherche et d'Innovation dans les Transports Terrestres (Predit) signe, en 2005, le début d'une collaboration entre Renault et le CRIA sur le thème de la congestion. En décembre 2004, Jean Grébert, expert mobilité chez Renault, et Francis Beaucire, professeur à l'Université Paris 1 et membre au CRIA, formulent les premiers éléments de la recherche. Ils souhaitent réaliser une étude globale de la congestion qui englobe la congestion routière, la saturation des réseaux de transports en commun, et les phénomènes de file dans d'« autres domaines d'activité de la vie quotidienne ». Le but est de « comprendre le poids de chaque composante et décision dans le processus d'auto-régulation et d'auto-adaptation de l'ensemble » (Grébert, 2004).

La réponse à l'appel à propositions du Predit est alimentée par un travail de recherche mené par Marion Tillous, étudiante de Master à l'Université Paris 1. Le sujet du mémoire consiste en une analyse des contraintes que congestion routière et saturation des transports collectifs font peser sur les systèmes urbains. La congestion est-elle un dysfonctionnement que politiques, exploitants et usagers cherchent conjointement – ou non – à résoudre ? Ou bien est-elle une opportunité pour maîtriser le développement urbain ? Depuis la moitié du XIX^{ème} siècle, la congestion est vue comme un mal à éradiquer. À partir des années 1970, dans un contexte de remise en cause de la place de l'automobile, elle devient un outil de politique urbaine de déplacements aux côtés du report modal. Se référant à l'étude des exemples francilien et strasbourgeois, le mémoire conclut sur « l'existence de deux types de congestion, spatialement distincts : l'une fortuite en périphérie d'agglomération, l'autre produite par la puissance publique en centre-ville ». Il s'interroge alors sur les marges spatio-temporelles dont disposent les usagers, autrement dit sur leurs « comportements bloquants et leurs stratégies d'adaptation » (Tillous, 2005).

La réponse à l'appel du Predit proposée par Renault et le CRIA complète la réflexion engagée dans le mémoire de recherche. Il s'agit de savoir si les usagers de

réseaux de transports peuvent « vivre avec la congestion », surtout si la congestion tend à croître. La démarche envisagée est d'« explorer les pratiques émergentes ou déjà installées qui permettent aux usagers des réseaux de s'adapter pour échapper à la congestion, ou pour s'en accommoder » (Grébert, 2005). L'Île-de-France est sous-entendue comme terrain d'étude. En fin de compte, la proposition ne paraît pas assez mûre aux yeux des auteurs et n'est pas déposée au Predit.

Le projet de travailler conjointement sur la congestion n'est pas, pour autant, abandonné. En 2007, Jean Grébert propose à un étudiant iranien du Master ParisTech de la Fondation Renault, Amir Rayatnazari, de travailler sur les stratégies d'adaptation à la congestion à Téhéran, en Iran. Cette recherche est dirigée par Gabriel Dupuy, professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées et à l'Université Paris 1 et directeur du CRIA. Le mémoire s'interroge sur la manière dont la congestion routière est produite dans une mégapole d'un pays émergent. Il analyse les comportements d'adaptation des différents acteurs de la mobilité urbaine : pouvoirs publics, opérateurs de transports publics et privés (semi-collectifs) et usagers (Rayatnazari, 2007). La problématique évolue. Il ne s'agit plus d'étudier à la fois la saturation des réseaux routiers et celle des réseaux de transports collectifs mais de se centrer sur l'analyse de la congestion routière. Les différents acteurs qui se partagent la voirie sont alors pris en compte, qu'il s'agisse d'automobilistes, d'opérateurs de bus ou de taxis semi-collectifs. Le terrain d'étude n'est plus une métropole du Nord mais une métropole du Sud, caractérisée par une forte croissance de la motorisation. Le sujet de recherche passe ainsi d'une confrontation entre saturation de différents types de réseaux de transport dans les grandes villes françaises à une comparaison Nord-Sud de la congestion routière.

Suite à ces travaux, Jean Grébert et Gabriel Dupuy élaborent en 2008 un sujet de thèse sur la congestion des systèmes de transports urbains en Europe, en Inde et en Iran. Il reprend la même hypothèse de départ que la réponse à l'appel à propositions du Predit, mais il élargit le champ d'étude. L'hypothèse est la suivante : « la congestion continue à croître dans un contexte économique, environnemental, social et politique dans lequel la réponse par l'accroissement de l'offre serait réduite et insuffisante. Il convient de mesurer les niveaux constatés et leur évolution, de mieux comprendre les mécanismes d'orchestration de ces phénomènes, aléatoires ou

produits, d'analyser les comportements et stratégies individuels, subis ou choisis, face à cette saturation globale ». La dimension comparative est formulée dans le sujet. Le contexte des métropoles des pays européens est à distinguer de celui des métropoles des pays émergents à croissance de motorisation rapide. Le résultat attendu pour Renault est « d'anticiper la place et le rôle de l'automobile dans les grandes métropoles de 2020 et d'identifier les pistes de solutions possibles pour maintenir un niveau de motorisation prenant davantage en compte les contraintes de fonctionnement urbain, de multimodalité, de développement durable » (Grébert, 2008).

Sélectionnée pour ce travail de doctorat, nous réalisons, dans le cadre du mémoire de Master 2 Recherche à l'Université Paris 1, un premier travail d'approche sur les États-Unis, aux antipodes des problématiques de développement. Pourquoi et comment le pays le plus motorisé du monde ne paraît-il pas souffrir de la congestion automobile ? La réflexion porte sur les degrés de congestion et les régulations mises en œuvre. Dans le cas américain, cela veut-il dire que le degré de congestion est faible et que l'impact sur la population est mineur ? Ou bien cela signifie-t-il que le degré de congestion est élevé mais que les stratégies d'adaptation à la congestion sont suffisamment efficaces pour que les usagers n'en soient pas ou peu affectés (Lesteven, 2008) ? Le travail de mémoire met en place les grandes thématiques de la thèse : le recentrage sur la congestion automobile, qui intéresse particulièrement le constructeur automobile ; la réflexion sur les degrés de congestion ; l'analyse des stratégies d'adaptation en fonction des acteurs qui les mettent en œuvre.

Le travail réalisé par ces trois mémoires de fin d'études (voir tableau synthétique en annexe 1) a permis de tester et de consolider l'objet de recherche de la thèse ainsi que les choix méthodologiques, en particulier les approches systémique et comparative. L'analyse des stratégies d'adaptation à la congestion automobile est centrale pour comprendre comment les ménages motorisés des grandes métropoles vivent dans un environnement fortement congestionné. La congestion est une perturbation du système automobile. Les stratégies mises en place par différentes catégories d'acteurs (pouvoirs publics, acteurs collectifs intermédiaires, ménages) cherchent à le réguler. A cette démarche systémique s'ajoute l'approche comparative. Comment le système réagit-il dans des environnements distincts où les degrés de

congestion différent ? Le choix a été de sélectionner des grandes métropoles de pays développés et émergents, appartenant à des aires culturelles contrastées et présentant des niveaux différents de motorisation.

2. Le contexte externe : la politique industrielle de Renault

Pourquoi Renault, en association avec le CRIA, a-t-il trouvé nécessaire, au milieu des années 2000, de se pencher sur l'étude de la congestion et de ses régulations ? Le contexte industriel et politique peut en donner les raisons.

« L'explosion de la mobilité et l'usage de moyens individuels de déplacement (scooter, moto, voiture...) est une réalité dans les pays émergents. (...) Dans les pays industrialisés, l'explosion de la mobilité automobile dont parlent encore certains chercheurs est en grande partie derrière nous, à la fois pour des raisons de maturité du système et pour des raisons de concurrence. » (Orfeuil, 2008, p. 62). Tout comme la transition démographique et la transition urbaine, la transition automobile est achevée ou en cours d'achèvement dans les pays industrialisés du Nord (Massot et Orfeuil, 2004). La croissance démographique et urbaine se concentre aujourd'hui dans les pays émergents, en particulier ceux d'Asie. Le continent asiatique, bien qu'encore peu urbanisé, rassemble plus de quatre des sept milliards d'individus sur terre et plus de la moitié des trois milliards de citadins (Véron, 2007 ; Nations Unies, 2011). De même, le parc automobile croît fortement dans les pays émergents, alors qu'il stagne dans les pays industrialisés, en particulier en Europe dont le taux de croissance se maintient à 1% depuis les années 1990 (CCFA, 2010). Il décroît même dans les zones centrales des grandes agglomérations, à l'instar de l'agglomération parisienne (INSEE, 2006). Preuve de la croissance forte du parc automobile dans les pays émergents, la Fédération routière internationale a observé, en cinq ans, une augmentation de près de 50% du taux de motorisation à l'échelle mondiale. Le taux de motorisation est passé de 90 à 132 voitures particulières pour mille habitants entre 2002 et 2007 (IRF, 2010).

Pour M.-H. Massot et J.-P. Orfeuil, l'accomplissement de cette transition automobile, en particulier dans les pays industrialisés, « ne se fera pas sans une évolution des valeurs associées à l'automobile. Sa détention n'est déjà plus, pour beaucoup, le signe d'un progrès par rapport à la génération précédente. Elle est déjà de plus en plus associée à des termes comme “pratique” ou “nécessaire”, elle le sera moins à l'idée de liberté, d'autant plus que les trafics continuent à se densifier dans des cadres urbains où l'investissement ne se développera que très lentement » (Massot et Orfeuil, 2004, p. 220). Il importe alors aux constructeurs automobiles de réfléchir à cette évolution du marché. Comment continuer à vendre des voitures dans des environnements métropolitains congestionnés qui, dans les espaces centraux, peuvent tendre à se dé-motoriser ? À quel coût ? Cela reste-t-il rentable face aux externalités négatives que produit l'automobile en milieu urbain (Dupuy, 1995b) ? Les constructeurs automobiles peuvent-ils maintenir « la part du rêve » liée au produit automobile quand son image est associée, de plus en plus souvent, à celle de la congestion (Orfeuil, 1994) ? Faut-il réinventer l'automobile (Mitchell et al, 2010), à travers la production de nouveaux types de véhicules, voire la promotion de services à la mobilité ?

Cette réflexion sur les effets externes de l'automobile se développe au début des années 2000 chez Renault dans un double contexte. D'une part, le constructeur cherche à faire face à son inquiétude concernant une possible internalisation des coûts externes de l'automobile (Engel, 2000). D'autre part, le constructeur participe à une réflexion commune entre constructeurs automobiles et pétroliers sur l'avenir de l'automobile à l'ère de la mobilité durable, animée par l'association *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD). Dans le rapport *Mobility 2030* (WBCSD, 2004), sept objectifs sont affichés, dont celui de réguler la congestion automobile. Dans les années 2007-2009, le WBCSD continue sa réflexion sur les efforts à fournir pour produire une mobilité durable. Il propose des cas d'étude sur quatre mégapoles en croissance : Bangalore en Inde, Dar es Salaam en Tanzanie, São Paulo au Brésil et Shanghai en Chine. L'une des conclusions générales porte sur une congestion croissante dans ces quatre mégapoles (WBCSD, 2009).

Cette sensibilisation à la congestion automobile, via la problématique de l'internalisation des coûts externes puis la réflexion sur la mobilité durable dans les pays développés et émergents, n'est pas propre au constructeur Renault. Preuve en est

la création, dès 2000, par PSA Peugeot Citroën, d'un *Institut pour la Ville en Mouvement*. Ce groupe de réflexion sur les mobilités urbaines a des antennes implantées en Chine et en Argentine. Nous pouvons également citer l'Institut de recherche sur la mobilité, l'*Institut für Mobilitätforschung*, du constructeur allemand BMW.

L'intérêt porté à la congestion automobile est ravivé par le travail préparatoire au lancement du véhicule électrique prévu pour le cours de l'année 2012. Plus qu'une rupture technique, passant d'un moteur thermique à un moteur électrique, le véhicule électrique peut être l'occasion d'une rupture d'usages. Des services de mobilité viennent compléter les services de gestion de la batterie (charge et renouvellement). C'est l'occasion pour Renault de retravailler avec la ville nouvelle de Saint-Quentin-en-Yvelines sur un projet commun d'installation de bornes de recharge électrique, douze ans après l'expérimentation réussie de *Praxitèle*. Il s'agissait d'un système de transport urbain de voitures électriques de marque Renault, en libre service dans la ville nouvelle (Massot, 2000). La particularité du véhicule électrique est d'annuler deux des principales externalités négatives de l'automobile : le bruit et la pollution de l'air. Le problème de la congestion persiste.

Le travail de thèse participe donc de l'actuelle réflexion que mène le constructeur automobile sur son avenir, à la fois comme constructeur automobile et comme nouvel acteur dans la fourniture de services de mobilité³.

³ Signe de ces évolutions, une Direction Programme Nouvelles Mobilités est créée au sein de Renault en 2009. Au même moment, le constructeur adopte une nouvelle signature de marque « Changeons de vie, changeons l'automobile ».

3. La spécificité de ce travail de recherche

Les réflexions menées dans le cadre des contextes interne et externe présentés précédemment sont concomitantes à la mise en place de politiques urbaines de régulation de la congestion dans les années 2000, en particulier le péage urbain. La multiplication des expérimentations de péage urbain en Norvège, en Angleterre et en Suède (Prud'homme et Bocarejo, 2005 ; Prud'homme et Kopp, 2007) renouvelle, en France, l'intérêt scientifique porté à la congestion chez les ingénieurs et les économistes (Prud'homme et Sun, 2000 ; de Palma et Lindsey, 2006 ; de Lara et al, 2008 ; Koning, 2010).

La congestion est également un sujet d'étude chez les aménageurs, les géographes et les sociologues, bien que les thèses sur le sujet soient, dans ces disciplines et du moins en France, peu nombreuses. La problématique de la congestion s'insère souvent dans des monographies, à l'instar de la thèse de M. Appert sur la *Coordination des transports et l'occupation de l'espace pour réduire la dépendance automobile dans la région métropolitaine de Londres* (2005). Elle est aussi présente dans les travaux de modélisation de l'IFSTTAR (ex-INRETS) et du Laboratoire Ville Transport Mobilité de l'École des Ponts et Chaussées, portant sur la problématique d'intégration transport-usage du sol en Île-de-France (Massot et Armoogum, 2002 ; Leurent et Breteau, 2009). La congestion est également abordée dans une approche comparative sur l'intermodalité et les coûts de déplacements dans les mégapoles. Nous citons, à ce sujet, la thèse de C.-F. Yeh sur les mégapoles d'Île-de-France, de Shanghai et de Taipei (Yeh, 2009).

La perspective de ce travail de recherche est autre. L'objectif n'est pas de modéliser les impacts de la congestion automobile sur l'usage du sol, ni de calculer les coûts de la congestion, ni, encore moins, de chercher des solutions techniques pour fluidifier le trafic. L'originalité de la thèse tient dans l'adoption d'une approche, non pas technique ou économique, mais sociale et spatiale de la congestion automobile.

Quel est l'impact social et spatial de la congestion automobile dans les régions métropolitaines ? Affecte-t-elle la qualité de vie des acteurs concernés, en particulier les ménages motorisés ? Et entraîne-t-elle alors une recomposition de l'espace métropolitain ? Nous nous demandons si ce que connaissent les mégapoles des pays

émergents, réputées pour leurs degrés élevés de congestion, préfigure l'avenir de l'Île-de-France, dont le contexte économique, social, environnemental et politique actuel favoriserait une reprise possible de la congestion.

4. Le plan de la thèse

Le mémoire de thèse s'organise en trois parties. La première partie se centre sur la définition de la congestion automobile. Elle construit l'objet de recherche et la méthodologie. L'ordre de préoccupation de la seconde partie est social, spatial et temporel. Nous analysons les degrés de congestion dans trois métropoles, Paris, São Paulo et Mumbai. Nous regardons quels ménages motorisés sont affectés par la congestion. La troisième partie est consacrée à l'étude des stratégies d'adaptation à la congestion automobile et des interactions entre les stratégies.

La première partie présente l'histoire de la notion et les enjeux de définition qu'elle pose, à travers plusieurs traditions scientifiques. Elle s'arrête sur une définition opératoire de la congestion (chapitre 1).

Puis, elle expose et justifie la démarche méthodologique de la thèse qui s'appuie sur l'analyse systémique et la comparaison spatiale. Les hypothèses de recherche sont alors posées (chapitre 2).

La seconde partie décrit la structure urbaine des métropoles étudiées ainsi que les caractéristiques socio-économiques et les mobilités quotidiennes de leurs habitants. Pour cela, elle part de l'exploitation des enquêtes de déplacements des ménages. Il s'agit de repérer les ménages motorisés affectés par la congestion (chapitre 3).

Elle cherche ensuite, grâce aux données de trafic disponibles, à quantifier la congestion, à travers ses occurrences spatiales et temporelles. Laquelle, des trois métropoles, est la plus congestionnée ? Le degré de congestion de l'une est-elle le devenir (ou le passé) de l'autre (chapitre 4) ?

La troisième partie analyse les stratégies d'adaptation à la congestion automobile mises en œuvre par les trois niveaux d'acteurs qui constituent le système automobile : la puissance publique, les acteurs collectifs intermédiaires et les ménages motorisés. Un temps conséquent de notre travail de recherche a été consacré à l'analyse des micro-régulations. En effet, au cours de notre cheminement, il nous est apparu important de saisir les marges d'adaptation à la congestion des ménages motorisés, lorsque l'allongement des temps de parcours, ou la hausse de leur variabilité, accroît la pression sur leurs budgets temps de transport quotidien et menace leur qualité de vie.

Cette troisième partie s'ouvre sur l'évaluation des politiques publiques de lutte contre la congestion. L'évaluation est réalisée à partir d'une revue de littérature, de la consultation d'articles de presse et de communiqués, et d'entretiens d'experts (chapitre 5). Il apparaît que les macro-régulations, même les plus innovantes, rencontrent des limites qui freinent leur efficacité et nécessitent des adaptations à d'autres niveaux (chapitre 6).

Une étude des méso-régulations est alors menée. Il n'existe pas de méthode d'analyse disponible pour une telle étude. C'est pourquoi les résultats restent exploratoires. Néanmoins, ils montrent que les méso-régulations participent à une baisse de la congestion. Mais, comme les politiques publiques, elles ne suffisent pas à préserver la qualité de vie des ménages motorisés (chapitre 7).

C'est aux ménages eux-mêmes d'adapter leur comportement. Une enquête qualitative sur les micro-régulations est menée dans les trois terrains d'étude. Il s'agit d'une enquête interactive de réponses déclarées (chapitre 8). Les résultats de l'enquête sont validés, en Île-de-France, par un questionnaire (chapitre 9).

La partie se clôt sur l'étude des interactions à la congestion. Elle montre que le fonctionnement systémique renforce la permanence du système automobile face à des degrés élevés de congestion (chapitre 10).

PREMIÈRE PARTIE

-

ÉTAT DE L'ART, DÉMARCHE ET HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

L'objet de cette première partie est de proposer une définition opératoire de la congestion automobile, après avoir présenté l'état de l'art sur le sujet (chapitre 1), puis d'exposer les deux choix méthodologiques qui structurent ce travail de recherche et les hypothèses de recherche qui en découlent (chapitre 2).

CHAPITRE 1

-

DÉFINIR LA CONGESTION AUTOMOBILE

Malgré un usage fréquent de ce terme, la congestion automobile n'est, bien que comprise, jamais formellement définie (Grant-Muller et Laird, 2006, p. 22). Le manque de consensus tiendrait à la nature même de la congestion, phénomène à la fois physique et relatif, dépendant des attentes des usagers (ECMT, 2007, p. 12). La notion semble évoluer dans le temps. Ainsi S. Barles et A. Guillerme notent dans leur rapport sur *la Congestion urbaine en France (1800-1970)* : « nous avons peut-être failli : nous n'avons pris pour congestion que ce qui, à un moment donné, était considéré comme tel » (Barles et Guillerme, 1998, p. 247). De même, l'angle d'analyse diffère selon le spécialiste qui traite la question. Les ingénieurs du trafic définissent la congestion comme un rapport entre la vitesse et le débit. Cette définition ne satisfait ni les économistes, ni les géographes, ni les aménageurs. Même parmi les professionnels des transports, il n'y aurait pas d'unanimité sur ce qu'est la congestion (Bertini, 2005). Néanmoins, cette absence de définition permettrait de tenir un même langage commun, celui de « catastrophisme », que dénonce J.-P. Orfeuil, en citant à la fois « les “bétonneurs” (l'heure est grave, il faut faire des routes) et les “écologistes” (l'heure est grave, il faut arrêter de faire des routes) » (Orfeuil, 2000, p. 11).

Or, nous avons besoin, pour éviter tout « catastrophisme », de s'arrêter sur une définition précise de la congestion automobile. Nous proposerons une définition (5), après avoir examiné la notion sous l'angle de l'histoire (1), de l'ingénierie du trafic (2), de l'économie (3) et de la socio-économie des transports (4).

1. Des embarras de la ville aux embouteillages de l'agglomération

Il s'agit tout d'abord de redonner une « historicité au phénomène de congestion », souvent déniée, sous prétexte « que l'on circulait déjà avec difficulté hier, comme aujourd'hui, et que cela sera encore le cas demain » (Flonneau, 2004, p. 339).

1.1 Les embarras ou l'encombrement de l'espace urbain

Le terme de *congestion* apparaît au cours du XIX^{ème} siècle. Ce terme est d'abord introduit dans son acception médicale d'« afflux de sang dans les vaisseaux ». Il désigne, ensuite, par métaphore, une circulation trop dense de personnes et de véhicules. Il s'ajoute à l'usage de termes plus anciens. Le terme d'*embarras* est employé dès le XVI^{ème} siècle au sens d'« obstacles qui entravent à la circulation ». Puis celui d'*encombrement* ou « amas de choses qui encombrent » est utilisé au XVIII^{ème} siècle pour désigner un « embouteillage de véhicules » (Rey, 2000).

Du XVI^{ème} siècle, comme le souligne Boileau dans ses *Embarras de Paris* (1666), jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, l'encombrement vient de l'état général de la ville. La ville est close (octroi, remparts) : elle est trop pleine (trop de choses, trop d'activités, trop de gens). Au XIX^{ème} siècle, la congestion est urbaine. Elle ne naît donc pas de l'automobilisme (Barles, 2006, Flonneau, 2005, Weinstein, 2006).

Le terme de congestion est alors utilisé pour faire le diagnostic d'un organisme vivant et malade, la ville (Topalov, 1990, p. 90), et ce, avant même l'arrivée des premières automobiles. A. Weinstein (2006) montre que les perceptions de la congestion à Boston sont les mêmes dans les années 1890 et les années 1920, avant et après le début de la motorisation. C'est d'abord un problème de stockage, avant de devenir un problème d'écoulement des flux. Cela pose des questions de sécurité, piétonne en particulier, ainsi que des questions d'hygiène (Barles, 2006). Dans ses

débuts, à la fin du XIX^{ème} siècle et au début du XX^{ème} siècle, l'automobile est présentée comme le moyen de remédier aux encombrements urbains. Occupant moins de place au sol qu'un attelage de chevaux et plus rapide, l'automobile doit permettre à terme de réduire les encombrements des villes (Dupuy, 1995b, p. 23), d'autant qu'elle encourage la monofonctionnalisation de l'usage de la voirie (Barles, 2006, p. 141).

1.2 Les embouteillages ou la congestion de la circulation automobile

De remède à la congestion urbaine, l'automobile devient, avec sa massification au cours du XX^{ème} siècle, la cause de la congestion de la circulation. Le terme d'*encombrement* est remplacé par celui d'*embouteillage* pour désigner un problème de circulation mécanique dû à l'explosion de la motorisation et à l'émergence d'un nouveau besoin : le déplacement (Barles et Guillaume, 1998). Terme de marine au début du XX^{ème} siècle, signifiant « enfermer une flotte ennemie dans une impasse », l'embouteillage prend le sens nouveau d'« obstruction de la circulation » dans les années 1920 (Rey, 2000). Selon M. Flonneau, entre l'embouteillage et l'embarras, il y a une « rupture d'essence démocratique ». Les pratiques de mobilités urbaines, « d'élitistes et sélectives, sont devenues généralisées et indifférenciées sous la pression de l'automobile, ferment irrésistible de démocratisation de la cité » (Flonneau, 2004, p. 341).

Les enjeux évoluent. À la thématique de la sécurité s'ajoute celle de la vitesse. Pour diminuer les embouteillages, il faut assurer la fluidité de la circulation, grâce à une certaine vitesse présumée, qui, en imposant une discipline, met en rivalité les usages (Studený, 1995, p. 297), au détriment des modes lents. La question de l'écoulement des flux l'emporte sur celle du stockage. Apparaît ainsi, dans les années 1950, le terme de *bouchon*, signifiant « ce qui bouche accidentellement un conduit et, au figuré, un ensemble de véhicules engorgeant la circulation » (Rey, 2000).

Les occurrences spatiales et temporelles se modifient également. Au XIX^{ème} siècle, c'est une congestion de l'espace urbain. Avec le développement de la motorisation puis l'étalement urbain pendant les Trente Glorieuses, la pression

circulatoire est repoussée aux marges de la ville (Flonneau, 2004, p. 342). La congestion de la circulation est d'abord une congestion d'heures de pointe dès les années 1920 aux États-Unis (Flonneau, 2008, p. 121). Puis les blocages deviennent progressivement étalés et lissés dans le temps (Flonneau, 2005, p. 251).

1.3 La critique de l'automobile : l'encombrement est dénoncé comme problème urbanistique

« Lors des crises de croissance générale et urbaine en particulier que connaissent les sociétés américaines et européennes au cours des années 1960, l'automobile et la circulation urbaine sont stigmatisées » (Flonneau, 2008, p. 125). Sir Buchanan est l'un des premiers à dénoncer le fait d'analyser la congestion automobile seulement en termes de « flux des véhicules à maintenir » (Buchanan, 1963, p. 68). Dans le rapport intitulé *De la circulation en ville*, qu'il remet au Ministre des Transports britannique en 1963, il appréhende, au contraire, l'espace urbain comme un endroit de vie et non pas seulement comme un espace de circulation. Il élabore le concept, très novateur à l'époque, de « zones environnementales » dans lesquelles les gens peuvent vivre, travailler, faire des courses, se balader à pied, sans que la circulation automobile ne les gêne. Ces zones ne sont pas interdites à la circulation. Mais leur réseau viaire est conçu de telle manière que seul le trafic local y pénètre tandis que le trafic de transit est réorienté vers les rocade (Buchanan, 1963, p. 59). Dans *Déclin et survie des grandes villes américaines* (1961), J. Jacobs tient un discours proche, militant pour une mixité des usages dans les rues des grandes villes que la circulation automobile a progressivement effacée.

S'il y a un risque de submersion par l'automobile, c'est que l'espace urbain est rare et borné (Dupuy, 1995b, p. 54). Pour L. Boltanski (1976), la crainte de la démocratisation de l'automobile s'exprime par la mise en avant de la notion d'encombrement d'un espace limité. Il se fait l'écho des réflexions sur l'encombrement menées dans les années 1960 par l'économiste S.-C. Kolm. Pour S.-C. Kolm, « les relations d'encombrement se multiplient avec le processus d'urbanisation, le développement des grandes technologies à rendement croissant et

l'extension des consommations collectives (...) ; constituant un des traits clef de la société moderne » (Kolm, 1968, p. 10). Le Centre d'études prospectives, dans son rapport sur *l'Homme Encombré* (1969), partage son analyse. L'encombrement est « la fatale contrepartie de l'élévation du "standard de vie" » (p. 13).

Le tournant des années 1960 et surtout des années 1970 souligne l'intérêt porté de nouveau à l'espace urbain. La congestion n'est plus traitée comme une question policière (limiter les embouteillages, assurer la vitesse), mais amorce une réflexion sur l'aménagement (réfléchir à l'encombrement de l'espace urbain).

Comme les historiens le montrent, la congestion est un problème urbain ancien, remis au goût du jour par l'automobile. « Si d'une histoire hâtive des représentations il ressort l'image d'un réseau toujours en crise, congestionné, difficilement « circulaire », des données objectives viennent contredire ce noir tableau qui a toujours été et reste encore inexact à l'heure actuelle » (Flonneau, 2005, p. 251). Quelles sont ces données objectives ? Qui les produit et comment ?

2. Les ingénieurs du trafic et la congestion

L'étude de la congestion de la circulation est traditionnellement étudiée par deux types de spécialistes. Tout d'abord, les ingénieurs du trafic mesurent la congestion sur le réseau. Puis les économistes calculent le coût de la congestion sur le réseau, afin de justifier, le plus souvent, la réalisation de coûteuses infrastructures (Dron et Cohen de Lara, 2000, p. 31) ou la mise en place de péages (Derycke, 1997).

2.1 Le diagramme fondamental

La science du trafic⁴ s'est développée parallèlement à l'essor de la motorisation individuelle, dès l'entre-deux-guerres aux États-Unis et après la Seconde Guerre mondiale en Europe (Gallez et Kaufmann, 2009, p. 45 ; TRB, 2001, p. 1-1).

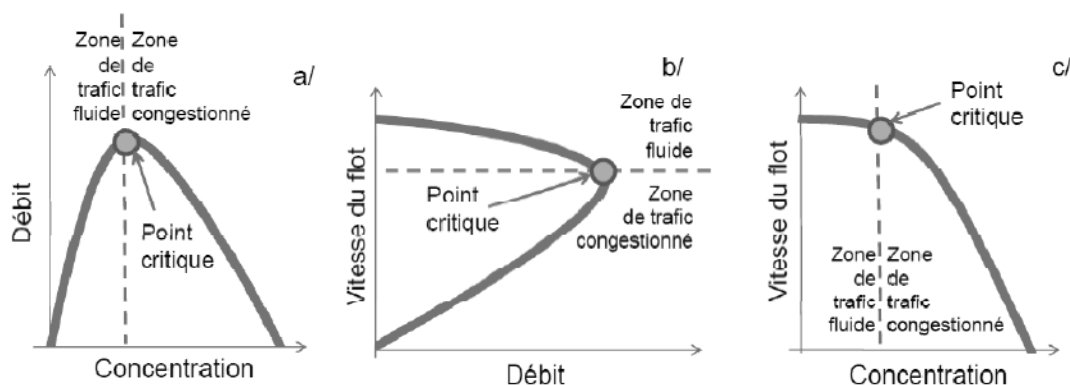
Les ingénieurs du trafic définissent la congestion du trafic comme « un phénomène qui survient lorsque la demande (nombre de véhicules qui cherchent à utiliser une infrastructure donnée) est supérieure à la capacité de cette infrastructure [offre] ; si la demande excède la capacité, alors des véhicules sont ralentis à l'entrée de l'infrastructure, formant ainsi un bouchon. Ces véhicules excédentaires seront à chaque instant plus nombreux qu'à l'instant précédent. Comme chaque véhicule occupe une certaine longueur de voie, la longueur de la file d'attente ne fera que croître en proportion du nombre de véhicules présents dans cette file d'attente. » (Buisson et Lesort, 2010, p. 9).

Il existe deux états de la circulation. Lorsque la demande est en-deçà de la capacité de l'infrastructure, autrement dit de l'offre, le trafic est fluide. Lorsque la demande excède la capacité de l'infrastructure, le trafic est congestionné. Le diagramme fondamental de la circulation (Haight, 1963 ; Cohen, 1990 ; TRB, 2001)

⁴ Nous utilisons le terme de trafic comme synonyme de circulation (*traffic*).

formalise ces deux régimes de la circulation⁵, en liant trois variables de mesure de la circulation : le débit, la concentration et la vitesse du flot. Le débit correspond au nombre de véhicules passant pendant une période de temps donnée en un point. Il est mesuré en véhicules par unité de temps (véhicules par heure ou véhicules par jour). La concentration, ou densité, désigne le nombre de véhicules présents à un instant sur une longueur de route donnée. La concentration est exprimée en véhicules par unité de longueur (véhicules par kilomètre). Enfin la vitesse du flot est la vitesse moyenne des véhicules présents à un instant sur une longueur de route donnée (kilomètre par heure). Selon la mécanique des fluides, le débit et la concentration sont reliés, en chaque point du réseau et en chaque instant, par la vitesse du flot (Buisson et Lesort, 2010, p. 23). Le diagramme fondamental peut être représenté de trois manières : lier le débit à la concentration (a), la vitesse du flot au débit (b) et la vitesse du flot à la concentration (c).

Figure 1 - Les trois représentations du diagramme fondamental (Buisson et Lesort, 2010).



Nous expliquons le phénomène de congestion à travers la représentation débit-concentration du diagramme fondamental (a). Lorsqu'il y a peu de véhicules sur la route (concentration faible), nous supposons que le débit qui passe en un point augmente. Plus les véhicules sont nombreux sur un segment de voie situé en amont d'un point donné (concentration), plus ils sont nombreux à passer dans les minutes suivantes en ce point (débit). Cela est possible jusqu'à ce que le débit atteigne la capacité de la voie. À ce moment-là, il y a une contrainte qui s'oppose à l'écoulement libre des véhicules. C'est le point critique à partir duquel apparaît la congestion.

⁵ Dans les années 1990, des recherches sur la modélisation du trafic développées en Allemagne présentent un modèle à trois régimes : un régime fluide et deux régimes de congestion, le régime synchronisé et le régime congestionné (TRB, 2001, p. 2-16).

Au-delà du point critique, plus la concentration augmente, plus le débit passant en un point diminue.

La démonstration est la même pour la courbe vitesse-débit. Quand le débit sur une voie est faible, la vitesse est élevée. À partir d'une certaine augmentation du débit (les véhicules étant de plus en plus nombreux à passer en un point), la vitesse du flot diminue légèrement. Lorsque le débit atteint la capacité de la voie, c'est le point critique. Vitesse et débit chutent jusqu'à immobilisation des véhicules.

2.2 Manifestation de la congestion dans le temps et dans l'espace

Le régime de congestion apparaît quand, au moins temporairement, la demande devient supérieure à l'offre. La file d'attente ne disparaît que lorsque la demande en amont du point de congestion baisse. Les pointes de trafic, exprimant cette fluctuation de la demande, portent le nom de *congestion de la demande* (Buisson et Lesort, 2010, p. 82) ou de *congestion récurrente* (Dowling et al, 2004, p. 60). Ce sont, à titre d'exemples, les heures de pointe les jours de la semaine en milieu urbain ou les jours de départ en vacances sur les autoroutes interurbaines.

Le régime de congestion apparaît également quand l'offre devient inférieure à la demande. C'est le cas par exemple d'un incident. La file d'attente est créée par un obstacle sur la chaussée. Elle se résorbera progressivement quand l'obstacle sera enlevé. La cause peut venir également d'intempéries climatiques ou de travaux sur la chaussée. On parle alors de *congestion de l'offre* ou de *congestion non-récurrente*. La différence entre congestion de l'offre, ou non-récurrente, et congestion de la demande, ou récurrente, ne tient pas dans la fréquence de récurrence de la congestion (il peut avoir des accidents de manière récurrente sur tel tronçon dangereux) mais dans la cause de la congestion (Dowling et al, 2004, p. 60).

Si la congestion de la circulation est un phénomène évolutif dans le temps, elle l'est également dans l'espace. La *congestion sur route* se manifeste sur le réseau primaire constitué de voies rapides fermées dont le nombre de points d'entrées et de sorties est contrôlé. Elle diffère de la *congestion en ville* dont le réseau viaire est ouvert, caractérisé par les nombreuses intersections. Les feux de signalisation aux

intersections créent des phénomènes de file d'attente, dus à une baisse temporaire de l'offre. L'enjeu principal de la congestion sur route est celui de la vitesse. L'enjeu de la congestion en ville est le traitement des carrefours (Grant-Muller et Laird, 2006 ; Cohen, 1990). Néanmoins, en raison du caractère maillé du réseau primaire, l'allongement d'une file d'attente peut conduire celle-ci à atteindre des points de choix d'itinéraire. Elle congestionne alors des parties du réseau où circulent des véhicules qui n'utilisent pas le tronçon viaire à l'origine de la congestion (Buisson et Lesort, 2010, p. 9). Le langage courant les appelle *points noirs*.

2.3 Caractérisation et mesure de la congestion du trafic

La congestion sur route peut être caractérisée par sa concentration. En un point où des mesures de débit et de concentration sont disponibles, il est possible de fixer une concentration critique au-delà de laquelle le trafic est congestionné.

Elle peut aussi être caractérisée par sa vitesse. Toute situation où la vitesse est inférieure à la vitesse critique est congestionnée. La méthodologie des niveaux de service, particulièrement répandue aux États-Unis, fixe des paliers de vitesse (TRB, 2000). Les niveaux A et B désignent une *circulation fluide*. Au niveau A, les usagers roulent à la vitesse optimale, sans se gêner, autrement dit la route est vide ou presque. Au niveau B, la vitesse reste proche de la vitesse optimale. Toutefois, les dépassements peuvent être délicats. Le niveau C présente une *circulation chargée*, c'est-à-dire qui se densifie avec des vitesses qui commencent à diminuer. Aux niveaux D et E, *la circulation est dense*. La vitesse est faible. Les changements de voies sont difficiles au niveau D pour atteindre le point critique au niveau E, avec des conditions de circulation très instables. La *circulation est saturée* au niveau F. Le débit excède la capacité de la voie, la vitesse est très faible, voire nulle avec immobilisation des véhicules. Pour la Direction Interdépartementale des Routes d'Île-de-France (DIRIF), il y a congestion quand la vitesse sur le réseau des voies rapides urbaines est inférieure à 30 km/h⁶.

⁶ Voir la rubrique « Aide » sur les « Indices » du « Baromètre de circulation », www.sytadin.fr, page consultée le 5 février 2011.

Caractériser une congestion par sa concentration et sa vitesse ne suffit pas pour mesurer un *bouchon*, autrement dit « une zone de congestion délimitée en aval par un point de contrainte (la tête du bouchon) et en amont par une discontinuité de concentration (queue de bouchon) » (Buisson et Lesort, 2010, p. 43). Pour cela, il faut connaître son extension géographique (jusqu'où il s'étend) et son extension temporelle (combien de temps il dure avant que la circulation ne redevienne fluide). L'un des indicateurs les plus courants est le *volume d'encombrement*. Il s'agit du produit de la longueur du bouchon ramené à une voie et multipliée par sa durée. Il est mesuré en heures-kilomètres par file.

Les ingénieurs utilisent des indicateurs liés à l'infrastructure, en mettant en relation extension géographique et extension temporelle. Ils utilisent également des indicateurs liés à la circulation. La « dureté » d'un bouchon détermine, pour une extension géographique et temporelle donnée, le retard plus ou moins grand subi par les usagers pris dans le bouchon (Buisson et Lesort, 2010, p. 44). Elle peut être liée à la vitesse du flot dans le bouchon. En effet, selon la densité du bouchon, la vitesse de traversée n'est pas la même. Deux indicateurs existent. Le *temps perdu* total est la somme pour tous les usagers du retard individuel. Il est donc sensible à la dureté du bouchon. Le *temps passé* total est égal au temps total passé par tous les usagers dans une congestion (véhicules x heures).

Plus que les indicateurs d'infrastructure, les indicateurs de trafic, en particulier le temps perdu, intéressent les économistes qui cherchent à le chiffrer.

3. Les économistes et la congestion

3.1 La notion d'externalité négative

La congestion de la circulation automobile est l'une des externalités négatives que provoque l'automobile, à côté des accidents, de la pollution et du bruit. Les économistes parlent d'externalité lorsque l'utilité qu'un individu retire de la consommation d'un bien ou d'un service est affectée par d'autres consommations effectuées par d'autres individus, sans intégration dans un mécanisme de marché (Kolm, 1968, p. 10 ; Dupuy, 1995b, p. 120).

La congestion est un cas particulier d'externalité, « où les raisons pour lesquelles les personnes le causent et le subissent sont liées à la consommation d'un même service », à savoir la route (Kolm, 1968, p. 17). Cela se répercute sur la qualité du service, la demande d'utilisation de la route n'étant pas satisfaite. Ainsi, la congestion est, en quelque sorte, le coût que la société a à payer, ou coût social, pour un sous-dimensionnement ou une surutilisation de la voirie (Derycke, 1997, p. 58). Comment les économistes le chiffrent-ils ?

3.2 Calculer le coût social de la congestion

Les économistes calculent le coût social de la congestion en s'appuyant sur l'approche des ingénieurs, qu'ils enrichissent par l'introduction de la demande d'utilisation de la route (Prud'homme, 1999, p. 2 ; Boiteux, 2001, p. 54). Ils arrivent à trois types de coûts : le coût total de la congestion, le coût fiscal ou internalisé de la congestion et enfin le coût marginal de la congestion.

D'un point de vue macro-économique, il est possible de calculer le *coût total de la congestion*, en traduisant le temps perdu dans les bouchons en équivalent-argent par rapport à une situation sans congestion. Le temps perdu est alors défini comme le temps supplémentaire pour parcourir un tronçon A-B en heure de pointe par rapport au temps qu'il faut pour le parcourir quand la circulation est fluide (Schrang et

Lomax, 2010). Lorsque le coût total est divisé par le nombre de déplacements, il s'agit du *coût moyen de la congestion*.

Certains économistes calculent également la *surcharge de la congestion*, ou *coût fiscal de la congestion*, par rapport à une situation dans laquelle le prix que paient les automobilistes pour utiliser le réseau (dont la taxe sur l'essence ou l'usage de la voiture) reflète les coûts qu'ils imposent au système automobile et à l'environnement. Ce coût diffère du coût total de la congestion, car même quand ce coût est nul, il peut y avoir congestion du réseau (Grant-Muller et Laird, 2006, p. 56).

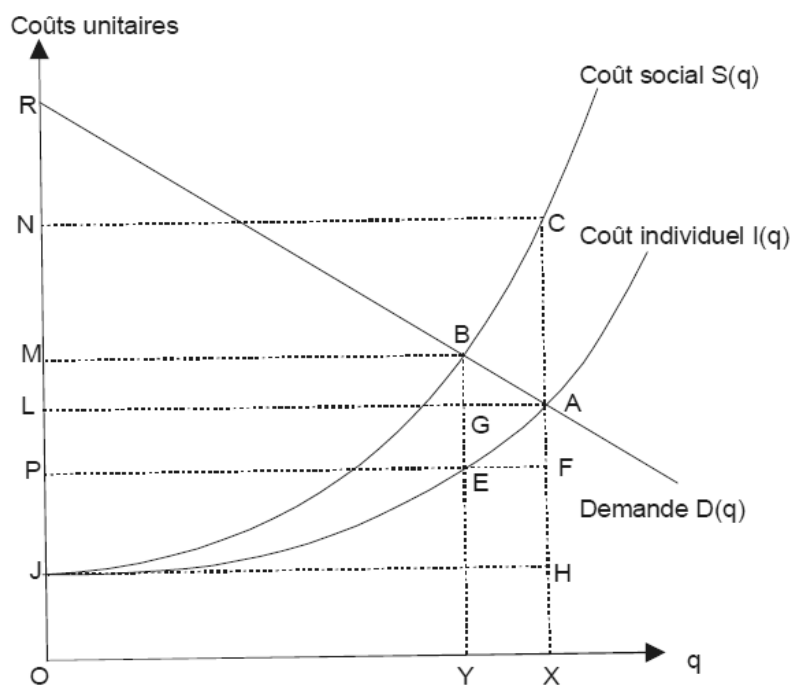
Les critiques abondent envers ces deux premières méthodes qui surestimeraient le coût de la congestion (Prud'homme, 1999, p. 6 ; Boiteux, 2001, p. 54 ; Goodwin, 2004, p. 12). La principale critique porte sur la situation de référence par rapport à laquelle est calculé le temps perdu. Cette méthode, utile pour communiquer sur le coût de la congestion, repose sur un présupposé discutable. La situation de référence consisterait en des routes vides ou quasiment vides qui permettent une circulation totalement fluide. Or, les routes ne sont pas construites pour rester vides. Comme l'a écrit A. Downs, la congestion n'est pas le problème mais une des solutions à une demande qui excède la capacité des infrastructures aux heures de pointe. Elle est signe de vitalité économique. La congestion est indésirable lorsqu'elle est comparée à « l'alternative mythique de circulation fluide à toute heure. Mais cette alternative n'est pas envisageable dans la plupart des grandes métropoles mondiales » (Downs, 2004, p. 11). Il faudrait également prouver que le temps économisé sur le transport serait intégralement reporté sur le temps de production (Derycke, 1997, p. 56). Il faudrait aussi soustraire au coût total de la congestion les avantages sociaux liés à la possibilité même de conduire. Les plus libéraux (*The Economist*, article du 3 septembre 1998) se demandent même s'il faut comptabiliser comme une perte pour la société le temps que passent dans les embouteillages ceux qui ont choisi d'y passer du temps, en toute connaissance de cause (l'article cite l'exemple d'un Londonien qui a décidé de déménager dans l'Oxfordshire pour offrir une meilleure qualité de vie à ses enfants et qui sait, dès le départ, que les retards subis du fait de la congestion seront le prix à payer).

Suite à ces critiques, une troisième méthode est proposée, cette fois d'un point de vue micro-économique. Un automobiliste s'engage sur un itinéraire déjà encombré.

La vitesse de déplacement à laquelle il roule est moindre que celle qu'il escomptait. Il abaisse aussi la vitesse de déplacement de tous les autres automobilistes par un effet de ralentissement dû à la congestion du trafic. L'automobiliste marginal inflige à chacun des autres usagers un surcoût, ou ce qu'A. Pigou (1912) appelle le *coût marginal social de la congestion*.

Nous précisons ce propos à partir de la figure ci-dessous qui reprend la démonstration de R. Prud'homme (1999).

Figure 2 - Calcul du coût marginal de la congestion (Prud'homme, 1999).



Sur cette figure, la quantité d'utilisation de la route (q) est représentée en abscisse, et le coût unitaire de cette utilisation en ordonnée. $D(q)$ est une courbe de demande qui représente la demande pour l'utilisation de la route en fonction du coût unitaire d'usage de la route (en euros par véhicule-kilomètre), principalement composé du coût de temps nécessaire pour conduire un kilomètre sur la route considérée. La lecture de la courbe permet de conclure que plus le coût unitaire est élevé, moins il y a d'automobilistes prêts à utiliser la route.

$I(q)$, qui ressemble à une courbe d'offre, est le coût supporté par un automobiliste. Quand l'automobiliste est seul sur la route ($q=0$) et qu'il roule vite, le coût est J . Selon le principe du diagramme fondamental, quand le nombre de

véhicules augmente sur la route, la vitesse se réduit. Le temps nécessaire pour parcourir un kilomètre augmente et donc $I(q)$ augmente. L'équilibre est atteint en A, lorsque $I(q)$ coupe $D(q)$, avec X véhicules sur la route et un coût unitaire de L . En A, l'automobiliste marginal supporte un coût égal au bénéfice marginal qu'il tire de l'utilisation de la route. Au-delà, il supporterait un coût plus grand que le bénéfice qu'il en retirait, il ne voudrait donc pas utiliser la route.

Cet équilibre naturel n'est pas l'équilibre optimal. Nous considérons $S(q)$. Le coût social créé par un véhicule en fonction de l'utilisation de la route est égal au coût individuel $I(q)$ supporté par l'automobiliste, augmenté du coût que son véhicule fait perdre à tous les autres véhicules du fait de sa présence sur la route. Le point B, où $S(q)$ croise $D(q)$, correspond à Y véhicules pour un coût unitaire M . C'est l'équilibre optimal pour la société. Au-delà de Y véhicules, un véhicule supplémentaire engendre un coût social plus grand que le bénéfice social qu'il crée. Autrement dit, l'utilité de l'ensemble des automobilistes augmente si un véhicule s'ajoute, jusqu'au moment où, les véhicules étant trop nombreux (au-delà de Y véhicules), cette utilité décroît.

Ainsi, la quantité d'utilisation naturelle de la route étant plus grande que la quantité optimale ($X > Y$), les routes sont presque toujours congestionnées. Elles le sont seulement plus ou moins. L'objectif des politiques publiques n'est pas de supprimer la congestion mais d'atteindre l'équilibre optimal ou situation de référence. R. Prud'homme parle alors de *congestion optimale*. Néanmoins, la congestion optimale varie selon la demande d'utilisation de la route qui n'est pas la même à l'heure creuse (la pente de $D(q)$ diminue) ou à l'heure de pointe ($D(q)$ se déplace vers la gauche). De même, un élargissement de la route (augmentation de l'offre) décale les courbes d'offre $I(q)$ et $S(q)$ vers la droite et modifie la congestion optimale.

Le coût marginal social de la congestion est donc le coût supporté par la société lorsque l'utilisation de la route est X plutôt que Y , soit en reprenant la figure, le surplus associé à B (PRBE) moins le surplus associé à A (LRA). Ce coût est moindre que le coût total de la congestion (en langage de la figure, l'aire JLAH). Il est également moindre que le coût fiscal de la congestion (l'aire PMBE).

3.3 Tarifier le coût social de la congestion

Les économistes ne sont pas d'accord sur la manière de calculer le coût social de la congestion. Néanmoins, ils s'accordent sur la manière de juguler ce coût social en le tarifiant. C'est le seul moyen pour eux de remplacer les mécanismes de file d'attente résultant d'un ajustement entre l'offre et la demande (Dron et Cohen de Lara, 2000, p. 132).

L'intérêt porté à la tarification de la congestion n'est pas nouveau. Il s'agit d'un sujet classique de la littérature économique, à l'instar de la discussion entre A. Pigou et F. H. Knight (Knight, 1924) ou des travaux de W. Vickrey (1963). La production actuelle continue d'être abondante (Lindsey, 2006). Elle a été ravivée par les expérimentations récentes de tarification (péages urbains à Singapour, Londres et Stockholm, tarification modulable selon la demande dans le comté d'Orange en Californie, etc.).

La tarification soulève plusieurs enjeux. Le premier est celui de l'effet de masse (Kolm, 1968, p. 28). Il y a une grande différence entre trois secondes perdues pour des milliers d'automobilistes et dix minutes pour un nombre limité d'automobilistes. Puis, si la tarification s'applique bien dans les domaines aériens ou ferroviaires, elle pose problème en milieu urbain où la sélection par l'argent induit une différenciation spatiale des activités (Crozet et Marlot, 2001). Elle pose également un problème d'acceptabilité politique (Piron, 1997).

Pourquoi ne pas renverser le propos en proposant de tarifier les heures creuses à la place des heures de pointe ? Le temps gagné pendant les heures creuses aurait un coût monétaire qui contrebalancerait le coût temporel des heures de pointe. J. Dunn regrette les réductions dont bénéficient les abonnés d'une voirie urbaine à péage pendant les heures de pointe. A ses yeux, c'est autant antiéconomique que politique, car les abonnés peuvent faire pression auprès des autorités locales pour freiner toute augmentation du prix du péage (Dunn, 1998, p. 166). Ce n'est donc pas, selon lui, une coïncidence si les premières expérimentations de péage urbain ont eu lieu dans des villes-États asiatiques, comme Singapour, dont le pouvoir autoritaire n'avait que faire des préoccupations des électeurs (p. 164). De plus, la congestion de la circulation automobile, est, à la différence de la pollution ou du bruit, une externalité négative

sectorielle. Alors que la pollution menace également la santé des piétons et des riverains, la congestion automobile est un mal que les automobilistes se font entre eux. Plutôt que de vouloir restreindre l'usage automobile en favorisant le report modal ou en tarifiant l'infrastructure pendant les heures de pointe, J. Dunn propose d'adopter une position ultra-libérale d'auto-régulation de la congestion à l'échelle locale par de petites expériences (covoiturage, aménagement de pistes cyclables...). Ces petites expériences sont mises en place par les autorités locales, sans qu'elles ne soient contraintes par de sévères règlements édictés au niveau national ni menacées de voir leur budget coupé si elles n'appliquent pas ces règlements (p. 192).

Sans défendre pour autant une position de non-intervention de l'État dans les régulations de la congestion automobile, il conviendra, dans la troisième partie de la thèse consacrée aux stratégies d'adaptation à la congestion, de relativiser le poids que la théorie économique donne à la tarification de la congestion.

Ces deux parties du chapitre, consacrées aux travaux des ingénieurs du trafic puis des économistes, ont permis de définir la congestion du point de vue technique et économique. L'ingénieur du trafic définit la congestion en fonction des caractéristiques de la route. L'économiste y ajoute la demande d'utilisation de la route. L'ingénieur mesure le temps perdu dans les embouteillages. L'économiste le chiffre en fonction d'une situation de référence définie. Mais ce temps mesuré et chiffré correspond-il au temps perdu tel qu'il est *perçu* et *vécu* par les automobilistes et par la société ? Pourquoi certaines personnes continuent-elles à prendre leur voiture dans des situations de congestion récurrente ?

4. La congestion automobile comme perturbation du système automobile

Les approches technico-économiques de la congestion se centrent sur une logique d'adaptation de l'offre à la demande, au détriment de préoccupations d'ordre spatial et social. Nous proposons une approche davantage géographique et sociologique de la congestion automobile.

4.1 La socio-économie des transports : une nouvelle perspective d'analyse de la congestion

Le développement de la motorisation dans l'après-guerre accroît les difficultés liées à l'utilisation de l'automobile dans les grandes agglomérations. Depuis la fin du XIX^{ème} siècle, les transports en commun, le train et le métro en particulier, permettent de réguler de manière satisfaisante la circulation des quartiers d'affaires. Or, l'utilisation généralisée de l'automobile pour les déplacements domicile-travail et les déplacements non contraints accroît la congestion de la circulation et remet en question cette organisation.

Sous l'impulsion des industriels de l'automobile et des compagnies pétrolières qui tirent leur profit de l'usage de l'automobile, est lancé un travail de modélisation de la prévision des flux (Claval, 1981, p. 427). La méthode classique de prévision de la demande est mise au point dans les années 1960. Elle repose sur une prévision du nombre de déplacements et de leurs caractéristiques (origine et destination, répartition horaire, mode de transport, affectation aux itinéraires concurrents). Elle incorpore dans ses calculs les coûts sociaux (temps de parcours et confort) des usagers qui, s'ajoutant au coût monétaire du déplacement, forment le coût généralisé. Les résultats des prévisions de la demande sont ensuite confrontés à l'offre existante pour déterminer les infrastructures nouvelles souhaitables (Merlin, 1991, p. 309). Les nouvelles infrastructures permettent à l'offre de rattraper la demande et donc de diminuer, temporairement, la congestion de la circulation.

Dans un contexte de remise en cause du rôle dominant de l'automobile dès les années 1960 et surtout dans les années 1970, un intérêt nouveau est porté à la compréhension des pratiques individuelles de déplacement. Cet intérêt est formalisé dans un nouveau champ d'analyse, appelé *socio-économie des transports*, qui emprunte concepts et méthodes d'investigation à l'économie, à la géographie et à la sociologie.

À la différence de la logique d'adaptation de l'offre à la demande, l'analyse de la demande de déplacements s'appuie à la fois « sur une approche désagrégée des comportements individuels et sur une approche systémique, qui met en relation sur un territoire donné les comportements individuels et l'ensemble de l'offre de transport » (Gallez et Kaufmann, 2009, p. 46). Nous observons un glissement dans l'objet d'étude : le principe systémique se substitue au principe circulatoire. Jusqu'alors, dans l'approche technique et, par extension, économique, la congestion automobile est décrite comme le phénomène qui empêche un bon écoulement des flux. L'analyse socio-spatiale étudie la congestion automobile comme le phénomène qui perturbe le bon fonctionnement du système automobile (4.2). Ce phénomène entrave d'abord la liberté de mouvement qu'offre l'automobile (effet interne au système) puis encombre l'environnement dans lequel il s'inscrit (effet externe au système). Il affecte alors les comportements de mobilité individuels (4.3) en modifiant les temps de parcours.

4.2 La congestion, dysfonctionnement du système automobile

Suite à l'invention du moteur à combustion interne, il faut près d'un siècle pour que le système automobile se mette en place. P. Hall considère que toutes les composantes du système automobile ne sont réunies que dans les années 1970 et ce, seulement dans les pays les plus industrialisés (Hall, 1988, p. 24). Le système automobile présente donc des degrés de maturité différents selon les environnements étudiés.

Le système automobile est défini comme un ensemble d'éléments qui, avec les véhicules, concourent à assurer les déplacements motorisés, auquel s'ajoute un

ensemble de règles qui organisent son fonctionnement (Hall, 1988 ; Dupuy, 1995b).

Ces éléments sont :

- une production et une consommation de masse particulièrement économique,
- une standardisation suffisante pour donner accès à des centres de services,
- un ensemble de règles uniformes, de contrôles du trafic, d'auto-écoles...,
- des sous-systèmes d'information et de communication,
- une architecture automobile : stations-services, motels, restaurants rapides, hypermarchés, parkings et garages,
- un réseau routier qui supporte le système.

Le développement du système automobile donne lieu à des effets d'interaction concernant les acteurs les plus nombreux œuvrant dans le système, à savoir les automobilistes. L'accroissement du nombre d'automobilistes dans le système, assimilable à un club, provoque des effets d'interaction positifs, bénéfiques pour tous les membres du club. Ainsi, l'augmentation de la taille du système améliore l'offre de services offerts à tous et à chacun à l'intérieur du système. Mais cette multiplication d'automobilistes provoque également des effets négatifs. Ces effets sont externes au système, comme la pollution, la consommation de ressources fossiles, d'espace... Ou ils sont internes au système. Il s'agit de congestion (Dupuy, 1999). Alors que l'effet de club accélère le développement du système automobile, la congestion automobile le freine. Elle entrave la liberté de circulation. Elle prive temporairement les automobilistes de cette maîtrise du temps et de l'espace que seul peut leur offrir le système automobile. De fait, ce sentiment d'autonomie et de pouvoir sur le temps est absent dans les transports en commun (Dupuy, 1995b, p. 110). Elle peut aussi créer des sentiments de frustration, voire de souffrance, chez les automobilistes. La congestion, comme effet négatif interne au système automobile, a également des conséquences externes au système, puisqu'elle encombre l'espace, en particulier urbain.

4.3 La congestion, détérioration des temps de parcours

Perturbation du système automobile, la congestion affecte les comportements individuels en agissant sur les temps de déplacement.

L'analyse de la demande, mise au point dans les années 1960, repose sur l'agrégation des déplacements en fonction de leurs caractéristiques de mode, d'horaire, de motif, d'origine et de destination. Dans les années 1970 et 1980, l'étude des comportements individuels enrichit l'analyse de la demande. Elle ne considère plus chaque déplacement séparément, selon ses propres caractéristiques. Au contraire, elle prend en compte l'ensemble des déplacements réalisés par un individu dans une journée ainsi que les contraintes temporelles qui pèsent sur les individus dans la réalisation de leurs déplacements journaliers.

Cet intérêt porté à l'ensemble des déplacements de la journée conduit à l'analyse du *programme d'activités* de la journée. Le géographe suédois T. Hägerstrand est le premier à mettre en relation, dans les années 1970, le programme d'activités des individus et les contraintes liées à l'espace et au temps (Thévenin et al, 2007). Les travaux du fondateur de la *Time geography* sont poursuivis au *Transport Studies Unit (TSU)* d'Oxford qui montre que le programme d'activités d'une personne dépend des autres membres du ménage. Il est donc lié à l'évolution du cycle familial (Jones, 1980).

Les activités de la journée sont multiples (sommeil, travail, tâches domestiques, loisirs, déplacements...) et hiérarchisées (Maslow, 1943 ; Farber et Paez, 2011). D'abord viennent les activités contraintes qui répondent à la nécessité de sécuriser les « besoins physiologiques » : dormir, manger, travailler pour gagner de l'argent et acheter à manger... Le temps qui reste peut ensuite être alloué aux activités non contraintes. L'activité de transport est spécifique par rapport aux autres activités de la journée. Elle est, le plus souvent, une activité ancillaire (Mokhtarian et Salomon, 2001), permettant aux individus de se déplacer dans l'espace pour participer à des activités situées dans des endroits différents (Jones, 1979, p. 52).

L'étude des *budgets temps* analyse l'allocation du temps à chaque activité de la journée. Les temps de transports sont très contraints, d'une part, par les activités répondant aux besoins physiologiques et, d'autre part, par la volonté d'avoir du temps libre. Les travaux de S. Szalai (1972) montrent qu'au sein du budget temps journalier, le temps consacré au sommeil et au transport est relativement stable par rapport aux autres activités. Y. Zahavi, économiste à la Banque Mondiale, complète les travaux de S. Szalai sur le budget temps consacré au transport (Zahavi, 1974). Il montre qu'une personne qui se déplace est soumise à une double contrainte : une contrainte temporelle et une contrainte monétaire. Y. Zahavi introduit l'aspect temporel de la dépense de transport, aux côtés de la dépense monétaire dans la représentation micro-économique du comportement de mobilité individuel (Crozet et Joly, 2004, p. 4). Il formule deux hypothèses. Le *budget temps de transport* quotidien individuel est constant, autour d'une heure. Le budget monétaire de transport est également constant, autour de 3% du revenu disponible des ménages non motorisés et de 15% du revenu disponible des ménages motorisés. La valeur du temps, autrement dit « le prix maximal (inconnu) que l'usager serait prêt à payer pour gagner du temps » (Merlin, 1991, p. 321), est proportionnelle au revenu disponible des ménages. Les personnes aisées attachent plus d'importance aux gains de temps. Leur valeur du temps est plus élevée. De même, la valeur du temps peut différer selon le motif de déplacement. La valeur du temps d'un déplacement professionnel est plus élevée que celle d'un déplacement pour une activité de loisir. Les individus maximisent donc les distances à parcourir en fonction des deux contraintes temporelle et monétaire.

Avec l'accès à la motorisation qui engendre des gains de vitesse et donc des gains de temps (en allant plus vite, nous mettons moins de temps pour parcourir une même distance), le temps consacré à se déplacer commence par décroître. Il atteint ensuite très vite un palier à partir duquel la durée moyenne de transport ne diminue plus et devient constante (Crozet et Joly, 2004, p. 7). Cette constance se maintient sur le temps long, au sein d'une agglomération. Cependant, elle diffère d'une agglomération à une autre, car les budgets temps de transport ont tendance à augmenter légèrement avec la taille de l'agglomération. Y. Zahavi observe cette constance des budgets de transport en temps et en argent dans les agglomérations des pays développés. Mais il ne la retrouve pas dans les agglomérations des pays en développement (Zahavi, 1976a), où il estime que les budgets temps et argent pourraient être jusqu'à 50% plus élevés que ceux des pays développés (Zahavi,

1976b, p. 4). Pourquoi ? D'une part, parce les vitesses de déplacement sont faibles et qu'elles entraînent un coût de déplacement élevé. Les ménages doivent dépenser plus d'argent et de temps pour parcourir la même distance. D'autre part, parce que la croissance urbaine de ces villes, alimentée en partie par des migrants pauvres qui s'installent en périphérie, accroît le déséquilibre entre l'offre de transport et la demande de déplacement. Ces populations pauvres habitant en périphérie parcourent de longues distances pour se rendre à leur travail. Elles ne peuvent maximiser leur budget argent puisqu'elles ont de faibles revenus. Elles agissent sur leur seule ressource disponible : le temps.

La congestion automobile remet-elle en cause l'hypothèse de constance des budgets temps de transport des ménages motorisés ? La congestion automobile, en baissant les vitesses, affecte les *temps de parcours* : elle les *allonge* et/ou augmente leur *variabilité*.

En situation de congestion récurrente, autrement dit aux heures de pointe, le temps de parcours *moyen* s'allonge. La congestion récurrente affecte également la *variabilité* ou variance du temps de parcours. Cette variabilité de la demande est prévisible. Aux heures de pointe, à certaines périodes de l'année (départ en vacances, achats de Noël...), la demande croît. En situation de congestion non-récurrente, les temps de parcours sont non seulement variables mais aussi *imprévisibles*. Ces variations sont dues aux incidents.

Or, les usagers accordent à la *fiabilité* des temps de parcours, et donc à leur *prévisibilité*, une valeur plus élevée qu'au temps lui-même (de Jong, 2009 ; Bates et al, 2001 ; Lam et Small, 2001). Pourquoi les usagers sont-ils plus sensibles à la variabilité des temps de parcours qu'à leur durée ? Autrement dit, pourquoi les usagers trouvent-ils plus ennuyeux de mettre un jour 15 minutes pour se rendre au travail et un autre jour 45 minutes que de mettre 45 minutes en moyenne à la place de 30 minutes ? Deux raisons sont avancées (Bates et al, 2001, p. 194). D'une part, les usagers sont sensibles aux conséquences de la variabilité des temps de parcours, comme arriver en retard ou passer plus de temps que prévu à se déplacer. D'autre part, l'incertitude que produit la variabilité des temps de parcours peut créer du stress ou de l'anxiété chez l'utilisateur. G. Santos et J. Bhakar mesurent un coût psychologique en situation de congestion qu'elles ajoutent au coût monétaire et au coût temporel qui

composent le coût généralisé du déplacement. Elles montrent que la valeur du temps passé dans les embouteillages est plus grande que la valeur du temps dans les déplacements en général (Santos et Bhakar, 2006 ; Prud'homme et al, 2005). Plus récemment, M. Wardman et J. Nicolás Ibáñez (2012) confirment le fait que les automobilistes accordent une plus grande valeur au temps en situation de congestion qu'en situation de trafic fluide, sans, pour autant, que la valeur du temps soit différenciée en fonction du degré de congestion.

Cette sensibilité à la variabilité des temps de parcours expliquerait le décalage entre perception et mesure de la congestion (Wachs, 2002). Si la moyenne des temps de parcours sur un itinéraire donné s'améliore, passant de 30 à 25 minutes par exemple, nous pouvons penser qu'il y a moins de congestion. Or, cette mesure du temps moyen cache une autre réalité à laquelle les usagers sont sensibles : les variations non plus de la moyenne mais de l'écart-type. Plus la variation de l'écart-type est importante, plus l'impact sur l'utilisateur est grand. Ce n'est pas la même chose de mettre en moyenne 30 minutes, et parfois 25 minutes ou 35 minutes, pour parcourir tel itinéraire à tel moment de la journée, que de mettre également 30 minutes en moyenne, mais parfois 15 minutes parfois 45 minutes. Ce que les usagers gardent en mémoire, ce n'est pas la moyenne mais les variations importantes (USFHWA, 2004) qui jouent sur leur budget temps de transport et donc sur leur programme d'activités. L'automobiliste se demande ainsi quelle marge de temps supplémentaire il doit prévoir pour être sûr d'arriver à l'heure.

Certains économistes, comme R. Arnott, A. de Palma ou R. Lindsey, proposent des modèles de trafic dynamiques qui, à la différence des modèles statiques traditionnels, prennent en compte les pointes de trafic et les comportements des usagers face à l'instabilité de la circulation (Arnott et al, 1993, de Palma et Lindsey, 2006). Puisque la pointe de trafic est source d'instabilités, pourquoi, suggèrent-ils, ne pas l'écarter par des mesures appropriées, en jouant, par exemple, sur les horaires de déplacement ?

À l'issue de cette revue de la littérature, deux points apparaissent acquis : la constance des budgets temps de transport autour d'une heure (les gens, pour pouvoir

réaliser leur programme d'activités, ne peuvent pas dépenser trop de temps à se déplacer) et une sensibilité plus importante à la variabilité des temps de parcours qu'à leur durée. Or, la congestion automobile, en abaissant les vitesses de déplacement (il faut plus de temps pour parcourir la même distance), exerce une pression sur les budgets temps de transport. L'instabilité des conditions de trafic en situation de congestion augmente la variabilité des temps de parcours, ajoutant stress et anxiété à cette pression sur les budgets temps.

Nous faisons l'hypothèse que la congestion automobile affecte la mobilité des ménages motorisés métropolitains, et même, pour certains d'entre eux, leur qualité de vie. Comment font-ils pour préserver la constance de leur budget temps de transport en situation de congestion ? Leur suffit-il d'ajuster leur *schéma de déplacements*, autrement dit d'ajuster l'organisation de leurs déplacements dans la journée ? Ou bien doivent-ils mettre en place des régulations qui affectent leur schéma de déplacements, voire leur programme d'activités (report modal, télétravail, flexibilité des horaires de travail, déménagement...) ?

5. Conclusion du premier chapitre

Nous résumons l'état de l'art pluridisciplinaire sur la congestion automobile.

Les historiens observent un changement de nature de la congestion avec l'apparition de l'automobile. L'excès d'encombrement de l'espace urbain au XIX^{ème} siècle fait place au problème d'écoulement des flux circulatoires au XX^{ème} siècle. La motorisation de masse accentue les problèmes de congestion de la circulation. S'élèvent, dans les années 1960, les premières voix critiquant la place trop encombrante de l'automobile dans l'espace urbain.

Les ingénieurs du trafic, avec le développement de la motorisation, analysent la congestion comme un phénomène qui survient lorsque la demande (le nombre de véhicules qui cherchent à utiliser une infrastructure donnée) excède l'offre (la capacité de l'infrastructure). Ils modélisent la circulation en deux régimes : un régime fluide qu'il faut chercher à maintenir où, la demande n'excédant pas l'offre, la vitesse de circulation est optimale et un régime congestionné qu'il faut réguler, la demande excédant l'offre. Les ingénieurs affinent leur réflexion en distinguant les manifestations de la congestion dans l'espace (congestion sur route et congestion en ville) et dans le temps (congestion récurrente et non-récurrente). Ils mesurent la congestion en fonction de la vitesse, de son extension temporelle et géographique, du temps passé dans un bouchon et du retard qu'il entraîne.

Les économistes cherchent à chiffrer ce temps perdu dans les embouteillages, en prenant en compte la demande d'utilisation de la route. Ils diffèrent sur la situation de référence. Par contre, ils s'accordent sur le fait que le seul moyen de remédier au phénomène de file d'attente qui découle d'une inadéquation entre la demande et l'offre est de tarifier l'offre.

Le développement de la socio-économie des transports dans les années 1970, en faisant appel aux méthodes de la géographie et de la sociologie, permet de repenser la congestion comme perturbation du système automobile. Effet négatif interne au système automobile, elle entrave la liberté de circulation des automobilistes. Elle produit également des conséquences externes au système, par un encombrement de l'espace, urbain en particulier. La congestion automobile, en affectant les temps de

parcours, exerce une pression sur la constance des budgets temps de transport des ménages motorisés métropolitains. L'instabilité des conditions de trafic augmente la variabilité des temps de parcours et ajoute du stress à cette pression sur les budgets temps.

Nous proposons une définition opératoire de la congestion automobile :

La congestion automobile résulte d'un déséquilibre, à un moment donné en un point donné, entre la demande automobile et l'offre viaire. Par ses manifestations, en particulier en allongeant les temps de parcours ou en augmentant leur variabilité, la congestion automobile perturbe le fonctionnement du système automobile. Plus l'écart est important entre la demande et l'offre, plus le degré de perturbation dû à la congestion est élevé.

Quels degrés la congestion doit-elle atteindre pour contrebalancer les effets positifs du système automobile (Dupuy, 1995b, p. 100) ? A-t-elle déjà atteint des degrés aussi extrêmes ? Et si oui, dans quel environnement ? Comment le système réagit-il ? Est-il menacé à terme par la congestion automobile ?

CHAPITRE 2

-

LES MÉTHODES CHOISIES : L'ANALYSE SYSTÉMIQUE ET LA COMPARAISON SPATIALE

L'état de l'art pluridisciplinaire du premier chapitre a conclu sur une définition de la congestion automobile comme perturbation du système automobile. Le développement du système automobile donne lieu à des effets d'interaction positifs (effets de club) et négatifs (congestion automobile). Le système réussit-il à s'adapter face à ces effets négatifs et à préserver son existence ? Les régulations sont-elles les mêmes d'une époque à une autre, d'un environnement à un autre ?

Nous étudierons d'abord les principes de l'analyse systémique et de la relation système-réseau. Nous montrerons comment le passage d'un fonctionnement urbain aréolaire à un fonctionnement urbain réticulaire, en privilégiant l'échelle du temps à celle de l'espace, est utile pour analyser les régulations à la congestion automobile (1). Puis nous justifierons le parti pris d'avoir recours à la comparaison spatiale pour étudier les manifestations de la congestion automobile au sein du système automobile et les régulations qu'elle suscite (2).

1. L'analyse systémique

1.1 La Théorie générale des Systèmes

L'analyse systémique n'est pas synonyme d'analyse holistique, autrement dit d'une analyse exhaustive de toutes les composantes d'un ensemble. Le but de l'analyse systémique est d'examiner les *interactions* entre les différentes composantes d'un ensemble, dit système, et les interactions entre ce système et l'environnement auquel il appartient. Depuis l'après-guerre, une tendance à l'approche systémique se développe dans de nombreuses disciplines : mathématiques, informatique, biologie mais aussi sciences sociales et humaines... (Dupuy, 1985, p. 9).

La Théorie générale des Systèmes, élaborée par le biologiste L. von Bertalanffy à la fin de la Seconde Guerre mondiale, définit quatre propriétés essentielles des systèmes : l'autonomie, la cohérence, la permanence et l'organisation (Dupuy, 1985). Le système est un ensemble *autonome* par rapport à son environnement. Il est *cohérent*. L'ensemble des éléments qui le constituent forme un tout : le système. Le système est *organisé* par un ensemble de liaisons entre les différents éléments qui le constituent. Enfin, le système est *permanent*, car il sait s'adapter pour se maintenir en vie.

Il peut s'adapter aussi bien à des modifications qui lui sont internes, les *autorégulations*, qu'à des modifications de son environnement, nommées *interaction* ou *boucle de rétroaction*. La *régulation* est une caractéristique du système qui favorise sa propriété essentielle de *permanence*. Nous prenons comme exemple le corps humain. Après un exercice, lorsque sa température augmente, le corps transpire. Cette transpiration vise à refroidir la température corporelle. C'est une autorégulation. Si la température ambiante baisse, le corps se refroidit. Il mange plus et élève, ainsi, sa température corporelle⁷. C'est une régulation face à l'environnement auquel il appartient.

Le fonctionnement du système automobile est similaire. La congestion automobile, en perturbant le fonctionnement interne du système automobile, menace

⁷ En augmentant son catabolisme.

sa permanence. Le système doit s'autoréguler. Ces autorégulations peuvent passer, par exemple, par la construction de nouvelles routes, l'instauration d'un péage, l'usage de l'information trafic par les automobilistes... De même, les intempéries climatiques, caractéristiques de l'environnement dans lequel est inscrit le système automobile, affectent son fonctionnement. Une régulation possible est l'utilisation d'un plus grand nombre de chasse-neige pour parer aux chutes de neige qui immobilisent la circulation.

1.2 Systèmes et réseaux

La propriété essentielle d'*organisation* du système est assurée par l'existence de réseaux. Le terme *réseau* désigne l'ensemble des liaisons entre les différents éléments qui composent le système. Le réseau est caractérisé par cinq propriétés principales : la connexité, la connectivité, l'homogénéité, l'isotropie et la nodalité. Intervenant dans l'*organisation* du système, il participe à sa régulation et donc à sa *permanence*.

Après avoir décrit le fonctionnement des réseaux, G. Dupuy (1985) examine les évolutions des réseaux et des systèmes à travers les régulations mises en place. Il fait l'hypothèse qu'il existe deux types de régulations. Les premières laissent inchangées les principales propriétés du système et ne changent pas ou peu celles des réseaux. Il s'agit des *régulations synchroniques*. À l'inverse, les *régulations diachroniques* engendraient la création de nouveaux réseaux ou la disparition d'anciens réseaux, traduisant une impossibilité de maintenir le système associé (Dupuy, 1985, p. 137). Autrement dit, les régulations synchroniques maintiennent la permanence du système automobile tandis que les régulations diachroniques l'affectent.

Quels sont les réseaux, plus exactement les opérateurs de réseaux, qui organisent le système automobile ? Est-il imaginable, comme le prédit la Théorie générale des Systèmes, que, sous l'impulsion de régulations diachroniques, certains de ses réseaux disparaissent ou que d'autres naissent, entraînant alors une crise, voire

une disparation, du système automobile ? Avons-nous des exemples passés ou contemporains de telles régulations ?

La croissance urbaine suscite le développement de nouveaux réseaux, l'offre s'adaptant à la demande. L'inverse est-il vrai ? Les municipalités qui font face un déclin démographique doivent-elles réduire, voire fermer, une partie de leurs réseaux techniques (eau, assainissement, électricité, transport...) ? La littérature consacrée à l'étude des réseaux dans les *shrinking cities* ou villes en déclin, en particulier aux États-Unis et en Allemagne (Hoornebeck et Schwartz, 2009 ; Schetke et Hasse, 2008 ; Koziol, 2004), montre que le décroît démographique mais aussi les progrès techniques (une bonne isolation réduisant les dépenses en énergie) et les changements de comportement (la baisse de la consommation d'eau) entraînent une sous-utilisation des réseaux. Ce qui, du fait de coûts fixes importants d'infrastructures, entraîne une hausse des charges pour les utilisateurs, qui, par ailleurs, sont de moins en moins nombreux. La situation devient intenable et la qualité de service se dégrade. Des solutions de désossement (*delinking*) ou de fermeture (*decommissioning*) des réseaux sont alors avancées. Pourtant, la plupart des auteurs n'est pas favorable à telles options et plaide pour le maintien de l'intégrité des réseaux techniques afin d'éviter de désolidariser les *shrinking cities*. Même en situation de crise, une certaine permanence des réseaux et des systèmes est observée.

1.3 Les trois niveaux de réseaux du système automobile

La dialectique entre système et réseau permet de repenser le territoire. Le territoire n'est plus une donnée géographique ou administrative *a priori* mais devient le produit de cette dialectique. Les systèmes territoriaux (système automobile, de distribution d'électricité, de distribution et collecte de l'eau, de télécommunications...) dont l'organisation est assurée par des réseaux techniques (réseaux routiers, lignes électriques, égouts...) produisent un territoire, non plus caractérisé par son maillage (organisation aréolaire) mais par ses réseaux. L'organisation en réseaux qui se met en place au début du XIX^{ème} siècle se surimpose progressivement à l'organisation traditionnelle en zones et en subvertit les limites

traditionnelles. L'*urbanisme réticulaire* concurrence l'*urbanisme aréolaire* (Dupuy, 1991).

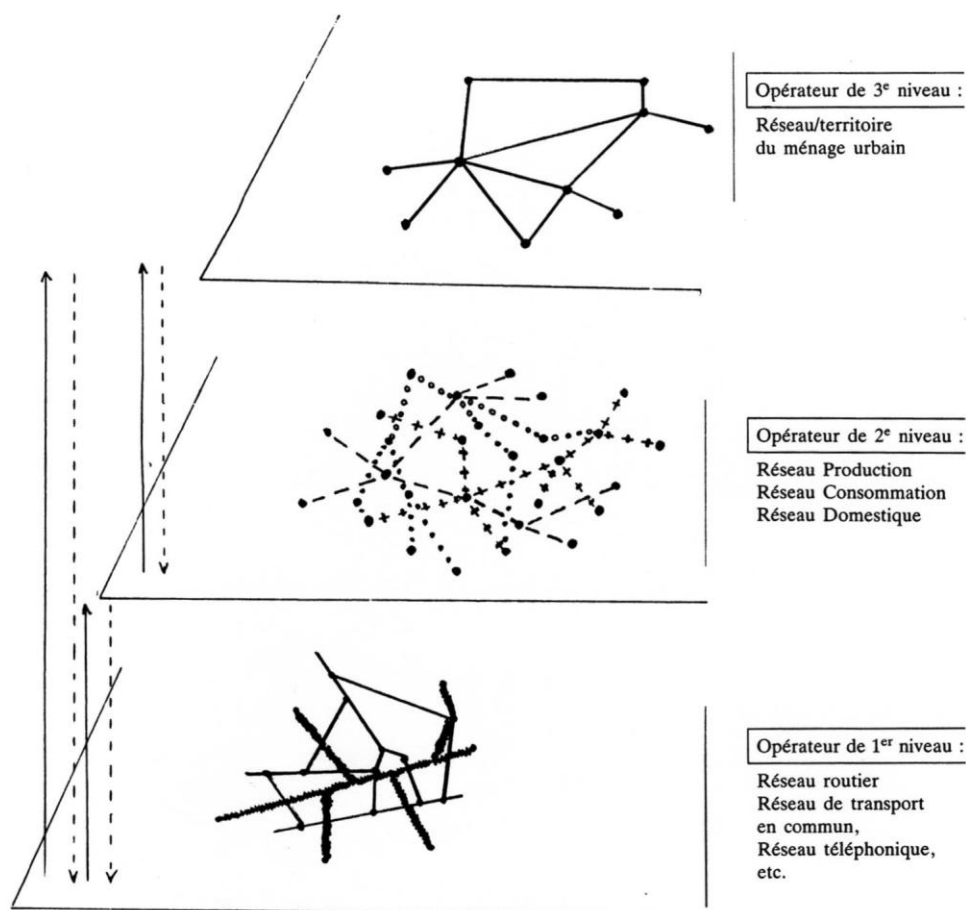
Le réseau se constitue de nœuds et de projets transactionnels, autrement dit de volontés de mise en relation entre les nœuds. Le réseau de projets transactionnels est un *réseau virtuel*. C'est le réseau maximal qui pourrait être réalisé. Le *réseau réel* ou réseau technique est le réseau réalisé qui tente de réaliser le plus de projets transactionnels mais ne peut les réaliser tous. Prenons l'exemple d'un réseau de lignes de bus. J'aimerais que l'arrêt de bus soit localisé devant ma porte, que le bus arrive quand je le souhaite, qu'il ne soit jamais surchargé et que le trajet ne coûte pas cher. Techniquement, il apparaît difficile de réunir toutes ces conditions d'autant que je ne suis pas la seule à avoir ces désirs ou projets transactionnels. Mon voisin, le voisin de mon voisin, etc., ont aussi les mêmes souhaits.

Les réseaux réels sont donc toujours insuffisants, inachevés par rapport aux relations souhaitées. L'acteur du réseau, qu'il s'agisse d'un individu, d'un ménage, d'une entreprise, d'une municipalité..., s'il tient à réaliser ses projets, doit pallier ces déficiences. Comment ? En mettant en œuvre le pouvoir d'organisation dont il dispose pour compléter les réseaux réels. G. Dupuy (1991, p. 115) fait alors appel aux travaux de R. Fishman (1990) pour définir trois niveaux de réseaux, et donc trois niveaux d'opérateurs de réseaux, ainsi que les interactions qui existent entre ces trois niveaux.

L'opérateur de premier niveau est en charge du réseau lourd, celui des infrastructures. L'opérateur du second niveau anime les réseaux de production et de consommation qui se calent sur les infrastructures. Enfin, les ménages constituent les opérateurs du troisième niveau. La figure ci-après illustre les trois niveaux d'opérateurs de réseaux qui organisent le territoire urbain.

Les flèches, à gauche sur la figure, symbolisent les *interactions* entre les niveaux. Une modification du réseau d'infrastructures entraîne une modification des réseaux de production et de consommation (adaptation de la demande à l'offre) tandis qu'une modification des réseaux de production et de consommation a un impact sur le réseau d'infrastructures (adaptation de l'offre à la demande). Ces interactions existent entre les trois niveaux de réseaux.

Figure 3 - Les trois niveaux d'opérateurs de réseaux (Dupuy, 1991).



Nous reprenons les travaux de P. Hall (1988) sur le système automobile (voir chapitre 1). P. Hall montre comment, en un siècle, s'est constitué un véritable système automobile à partir d'une technologie artisanale (moteur à combustion interne) utilisée par des amateurs sur un réseau de voies inadaptées à cette technologie. Les trois niveaux d'opérateurs de réseaux et les interactions entre les niveaux sont entrés en jeu dans la constitution du système automobile (Dupuy, 1991, p216). *Au premier niveau*, les pouvoirs publics ont trouvé les moyens techniques et financiers pour créer un réseau de routes carrossables. *Au deuxième niveau*, s'est développée sur le territoire toute une architecture automobile : stations-services, parkings, motels, restaurants rapides... *Au troisième niveau*, les automobilistes ont établi leurs propres réseaux d'utilisateurs.

La congestion automobile, en empêchant une circulation fluide sur le réseau routier et en faisant perdre temps et argent aux opérateurs du réseau, perturbe le bon fonctionnement du système automobile. Pour assurer sa permanence, le système

automobile doit réagir à cette perturbation. Pour cela, il s'appuie sur son organisation en réseaux.

Un des objectifs de cette recherche est d'examiner, niveau par niveau, les régulations proposées par chaque opérateur de réseau. Comment les ménages motorisés s'adaptent-ils à la congestion automobile ? Quelles sont les régulations mises en œuvre par les pouvoirs publics en charge de l'infrastructure ? Et quelles sont les régulations proposées par les opérateurs de second niveau (entreprises, associations, communautés...) ? Les régulations d'un niveau influent-elles sur celles d'un autre niveau ?

Au cours de ce travail de recherche, nous étudierons les *macro-régulations* mises en œuvre par les opérateurs du premier niveau (chapitres 5 et 6), les *méso-régulations* mises en œuvre par les opérateurs du second niveau (chapitre 7), et les *micro-régulations* mises en œuvre par les opérateurs du troisième niveau (chapitres 8 et 9) ainsi que les *interactions* entre ces différents niveaux de régulation (chapitre 10). L'accent sera porté sur les régulations mises en œuvre par les ménages motorisés, vers lesquelles convergent, nous semble-t-il, l'ensemble des régulations.

1.4 Les territoires du système automobile

Le *territoire de la ville traditionnelle*, au fonctionnement aréolaire, est un espace dont les limites sont définies par le principe d'organisation « centre et périphéries ». Le développement du système automobile remet en cause le territoire de la ville traditionnelle. Le système automobile propose des territoires qui dépassent les limites de la ville traditionnelle. Les *territoires de l'automobile* s'organisent autour de nœuds du réseau offrant des opportunités aux déplacements motorisés et aux activités qui en dépendent. L'échelle du temps remplace l'échelle de l'espace (Dupuy, 1995b). Les temps de parcours l'emportent sur les distances parcourues.

L'augmentation de la vitesse de déplacement permise par l'automobile (parcourir une distance plus grande en un temps donné) encourage l'étalement urbain (Wiel, 1999). L'*accessibilité* des espaces périurbains entraîne, dans les années 1960-70, un déclin des centres-villes. Certains espaces périurbains acquièrent alors une autonomie fonctionnelle qui les rend, partiellement, indépendants du centre-ville. Le

processus de déclin de la *centralité* urbaine s'inverse dès les années 1980. Ce renversement s'explique par la prise en compte des conséquences négatives du zonage et par les politiques de renaissance du centre-ville portées par une gouvernance locale que la décentralisation, du moins en France, a rendue autonome (Dumont, 2010, p. 272). La problématique de la congestion se présente ainsi très différemment selon les territoires métropolitains considérés, qu'il s'agisse du centre-ville et de son importance retrouvée ou des nouvelles centralités nées des territoires de périurbanisation, voire au-delà. Se pose alors la question de savoir comment assurer l'accessibilité, autrement dit la capacité d'accès, aux différents territoires de l'aire métropolitaine, qu'ils soient centraux, urbains ou périurbains, quand le réseau routier qui les irrigue est congestionné (Crozet et al, 2007).

Pour résumer, l'analyse systémique permet de comprendre les interactions au sein du système automobile et, en particulier, les régulations face à l'un de ses principaux effets négatifs : la congestion automobile. Autrement dit, il s'agit d'examiner comment le système automobile cherche à assurer sa permanence face à un élément potentiellement destructeur. L'hypothèse d'organisation en trois niveaux de réseaux du système automobile mène à étudier trois types de régulations : les macro-, les méso- et les micro-régulations.

Le système automobile, en reconfigurant le territoire urbain, transforme l'échelle d'appréhension de la ville. La ville de la marche à pied est conditionnée par l'échelle spatiale. La distance à parcourir est déterminante. La ville de l'automobile est structurée par l'échelle temporelle. Les temps de parcours déterminent les déplacements plus que les distances parcourues. Or, la congestion automobile affecte les temps de parcours (voir chapitre 1). Il importe alors de savoir, ce que nous ferons dans la troisième partie de la thèse, si les régulations à la congestion sont efficaces pour limiter l'impact de la congestion sur les temps de parcours.

2. La comparaison spatiale

Le recours à l'analyse systémique permet d'étudier les stratégies d'adaptation à la congestion automobile mises en place par différents niveaux d'acteurs et les interactions entre ces stratégies. Pourtant, ce recours à l'analyse systémique ne nous satisfait pas complètement lorsqu'il s'agit d'étudier les degrés de perturbation du système automobile. Il en est de même pour l'étude des interactions entre le système automobile, lorsque la congestion perturbe son fonctionnement, et l'environnement auquel il appartient.

Le degré de perturbation du système automobile dépend-il du niveau de développement du système ? Autrement dit, peut-on affirmer que plus le système automobile est développé, moins le degré de perturbation est fort parce que les régulations sont efficaces ou parce que la demande stagne ou baisse (Lesteven, 2008, p. 7) ? Dans un système automobile peu développé, le degré de perturbation est-il faible parce que la demande reste modeste ? Ou est-il fort parce que l'offre est insuffisante ?

À quelle méthode faut-il alors faire appel pour compléter l'analyse systémique ? Deux options s'ouvrent à nous : l'approche diachronique, qu'elle soit rétrospective ou prospective, ou l'approche synchronique.

Nous éliminons la prospective car, à la différence de la thèse, exercice individuel, elle tire sa force d'une réflexion collective. Nous citons, à titre d'exemple, les scénarios d'évolution de la mobilité urbaine élaborés par un groupe d'une dizaine d'experts, dénommé « groupe de Batz » en référence au lieu où la structure des scénarios a été définie (Crozet et al, 2001). Cette thèse n'étant pas une thèse d'histoire, nous ne prétendons pas faire l'histoire du système automobile. Nous préférons nous appuyer sur les travaux des historiens de l'automobile, comme ceux de M. Flonneau sur le système automobile à Paris (Flonneau, 2005). Il reste l'analyse synchronique que nous adoptons sous la forme de la *comparaison spatiale*. Toutes choses étant égales par ailleurs, l'étude du système automobile à différents stades de développement nous permet de tester l'hypothèse selon laquelle le degré de perturbation du système automobile dépendrait de son niveau de développement.

Autrement dit, plus le système automobile serait développé, plus la course-poursuite entre l'offre et la demande s'essoufflerait, moins le degré de perturbation serait élevé.

L'étude comparative des régulations à la congestion en fonction du niveau de développement du système automobile pose également la question du *leapfrogging* (Brezis et al, 1993)⁸. Les systèmes automobiles en constitution adoptent-ils les mêmes régulations que les systèmes automobiles développés quand ceux-ci étaient en phase de développement ? Ou choisissent-ils les mêmes régulations que les systèmes automobiles développés aujourd'hui ? Cette seconde option correspondrait à un « effet de mode » des régulations. Ou bien, pour des raisons qui leur sont propres, proposent-ils leurs propres adaptations à la congestion dont pourraient s'inspirer à l'avenir les systèmes automobiles développés ? Ce qui signifierait alors que si le système automobile, par ses propriétés essentielles d'autonomie et de cohérence, semble reproductible d'un environnement à l'autre, les régulations à la congestion dépendent de l'environnement dans lequel est inscrit le système automobile et des interactions entre le système et son environnement.

2.1 L'échelle d'étude : l'aire métropolitaine

La réflexion sur l'*environnement* du système automobile introduit une réflexion sur la dimension spatiale du système automobile.

L'internationalisation du système automobile, à travers la standardisation de la production de véhicules automobiles dont la normalisation facilite la distribution, se manifeste dans l'adoption d'un modèle productif unique à l'échelle mondiale. Ce modèle évolue au cours du XX^{ème} siècle. Le modèle japonais de la « production au plus juste » succède ainsi au modèle américain de la production de masse qui a lui-même succédé au modèle européen de la production artisanale. Ce point de vue est défendu par un groupe de chercheurs du *Massachusetts Institute of Technology* dans un ouvrage intitulé *La machine qui a changé le monde* (Womack et al, 1990). Il est réfuté par des chercheurs du Groupe d'Étude et de Recherche Permanent sur

⁸ Dans la littérature économique, le mécanisme de *leapfrogging* signifie que des personnes, des entreprises, des régions ou des pays avec de l'expérience mais ayant recours à une technologie ancienne, manquent, pour cette raison, une opportunité de développement technologique dans laquelle s'engouffrent des personnes, entreprises, régions ou pays avec moins d'expérience (Brezis et al, 1993, p. 1219).

l'Industrie et les Salariés de l'Automobile (Gerpisa) dans l'ouvrage consacré au *monde qui a changé la machine* (Boyer et Freyssenet, 2000). Les chercheurs du Gerpisa observent une pluralité de modes de croissance nationaux depuis l'après-guerre et non pas un modèle unique. G. Dupuy confirme le propos en montrant que le système automobile s'est historiquement développé sur des bases nationales (Dupuy, 1999, p. 52). C'est à l'échelle nationale que sont définies les réglementations concernant le permis de conduire, le code de la route, la limitation de vitesses, que sont décidées les grandes politiques de transports... Les systèmes automobiles nationaux s'internationalisent, à travers l'interconnexion, au-delà des frontières, des réseaux routiers, à travers la production automobile standardisée et normalisée, à travers l'extension des réseaux de services aux automobilistes (Dupuy, 1999, p. 82). Néanmoins, s'il y a internalisation du système automobile, cela ne signifie pas, pour autant, uniformisation. L'échelle de délimitation du système automobile reste bien nationale.

Étudier les perturbations du système automobile à l'échelle nationale ne nous satisfait pas. Cela ne permet pas de différencier les territoires où il peut avoir un fort déséquilibre entre la demande automobile et l'offre viaire, en particulier dans les grandes villes et leurs périphéries, et ceux où il n'y en a pas ou peu. Certes, la congestion automobile interurbaine existe. C'est la congestion des grands départs en vacances ou en week-ends, bien prédite et bien régulée. Il existe aussi des épisodes de congestion dans l'espace rural, suscités par d'événements (foires, festivals...) ou par la présence de lieux touristiques. La congestion automobile dans l'espace rural s'apparente, néanmoins, plus à une perte d'aménité qu'à une rupture fonctionnelle, telle que nous la connaissons en milieu urbain et périurbain (Cullinane et Stokes, 1998).

Cette rupture fonctionnelle, quand l'offre n'arrive pas à répondre à la demande, est la conséquence de l'attractivité des grandes villes. Deux concepts structurent les fondements théoriques de l'organisation des aires métropolitaines ou « zones d'extension des relations quotidiennes des grandes villes » (Pumain, 2006b) : d'une part, les économies d'échelle et, d'autre part, les économies externes dont font partie les économies et déséconomies d'agglomération.

« Lorsqu'elles dépassent un certain seuil, les économies d'échelle (ou rendements croissants), combinées avec les possibilités ouvertes par les moyens de communication modernes et la baisse des coûts de transport, font pencher l'arbitrage entre coût de production et coût de transport vers la concentration, voire l'hyperconcentration de la production (...). En général, l'entrepreneur a intérêt à se diriger vers le centre de gravité de la demande, vers les régions peuplées, auxquelles il ajoutera sa propre main-d'œuvre. Tout le monde fait de même. Et on comprend facilement comment des effets de renforcement circulaire se produisent entre localisations des producteurs et des consommateurs » (Veltz, 1996, p. 71).

Aux économies d'échelle s'ajoutent les économies externes ou externalités. Catégorie particulière d'économies externes, les économies d'agglomération sont « réalisées par les entreprises, d'une part grâce à la proximité d'autres établissements, et d'autre part du fait de l'utilisation collective des infrastructures de transport, de communication et des services localisés dans les villes. La réduction des coûts, à laquelle s'ajoutent les avantages retirés de la proximité d'un grand marché, explique la concentration des établissements industriels et tertiaires dans les plus grandes villes, induisant un développement cumulatif de celles-ci. L'agglomération facilite également la circulation du capital et la diversification du marché du travail. En multipliant les probabilités de contacts, elle accroît la vitesse d'adoption des innovations. Les avantages d'agglomération, de nature variée, sont parfois contrebalancés par le renchérissement des coûts, fonciers et du travail notamment, et par les problèmes de congestion et de pollution qui provoquent alors des déséconomies d'agglomération » (Pumain, 2006a). Finalement, la congestion automobile apparaît comme un indicateur d'attractivité d'une aire métropolitaine : en période de récession, il y a moins de congestion (Downs, 2004, p. 11). Les économies et déséconomies d'agglomération permettent d'établir un lien entre intensité de la congestion et population métropolitaine. Plus l'aire métropolitaine est peuplée, plus les réseaux d'infrastructures sont sollicités, plus le degré de perturbation est élevé. C'est un effet taille. A. Downs résume ce lien en une formule lapidaire : « plus c'est grand, pire c'est »⁹ (Downs, 2004, p. 17).

L'échelle pertinente d'étude de la congestion n'est donc pas l'échelle nationale mais l'échelle des grandes villes mondiales.

⁹ "Bigger is badder".

2.2 Le choix des cas d'étude

Le cœur de ce travail porte sur la mobilité des ménages métropolitains qui possèdent une automobile. Réussissent-ils à maintenir leur qualité de vie malgré la congestion automobile et ce, grâce à leurs propres adaptations ou/et à celles que mettent en place les pouvoirs publics ?

Le terrain de référence de ce travail est la métropole francilienne que les lecteurs connaissent bien. À quelles autres métropoles mondiales comparer la métropole francilienne ? Le choix des cas d'étude doit être pertinent pour pouvoir procéder ensuite, à partir des conclusions de la comparaison, à la *généralisation*, c'est-à-dire à la mise en évidence de régularités et à leur explication afin de développer une théorie plus générale (Vigour, 2005).

Afin de tester l'hypothèse du lien entre degré de perturbation et niveau de maturité du système automobile, nous retenons des pays dont le système automobile est, pour le moment, moins développé qu'en France ou que dans les autres pays occidentaux. Pour renforcer les contrastes dans la comparaison (Vigour, 2005, p. 161) et tester l'hypothèse de *leapfrogging*, nous choisissons des pays émergents, appartenant à des aires culturelles différentes et dont la situation économique est particulièrement dynamique. Ces pays à fort taux de croissance sont désignés par l'acronyme BRIC (Goldman Sachs, 2003) : le Brésil, la Russie, l'Inde et la Chine.

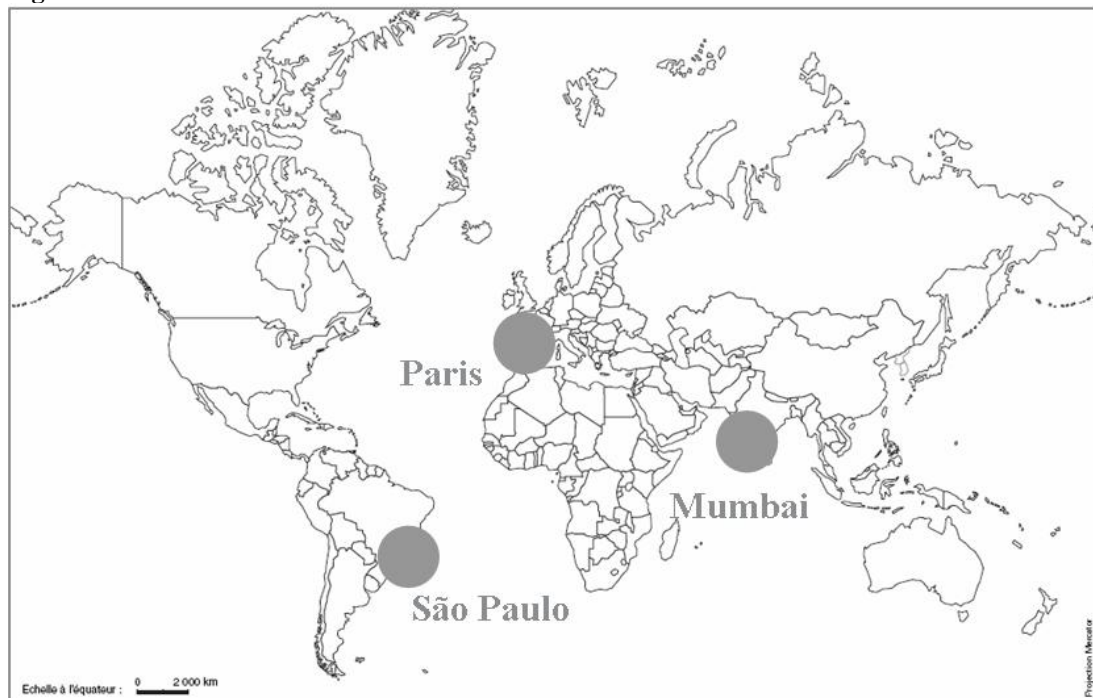
Nous retenons le Brésil et l'Inde. Et nous sélectionnons leurs capitales économiques qui, parmi les grandes villes de ces pays, concentrent le plus d'externalités. Le choix se porte sur la région métropolitaine de Mumbai (ou Bombay)¹⁰, capitale économique de l'Inde, avec 33 automobiles pour mille habitants (MMRDA, 2009a). Nous retenons également la région métropolitaine de São Paulo, capitale économique du Brésil avec 184 automobiles pour mille habitants (Metrô, 2007). L'Île-de-France en compte 430 pour mille habitants (INSEE, 2006).

Nous précisons qu'il ne s'agit pas de devenir spécialiste de l'Inde ou du Brésil mais d'étudier le phénomène de congestion automobile dans des grandes villes de pays émergents.

¹⁰ En 1996, la ville change de nom : Bombay devient Mumbai.

Les aires métropolitaines de Paris, São Paulo et Mumbai serviront de cas d'étude pour le diagnostic des degrés de perturbation du système automobile (partie 2) et pour l'analyse des régulations mises en place dans les grandes métropoles (partie 3).

Figure 4 - Localisation des trois terrains d'étude.



3. Conclusion du deuxième chapitre

Ce second chapitre a permis d'expliquer et de justifier le choix méthodologique : faire appel à l'analyse systémique et la compléter par la comparaison spatiale.

L'objectif de l'analyse systémique est de comprendre les interactions au sein du système automobile et, en particulier, les réactions à l'un de ses principaux effets négatifs : la congestion automobile. L'organisation du système automobile en trois niveaux de réseaux mène à étudier trois types de régulations : les macro-régulations à travers l'évaluation des politiques publiques, les méso-régulations à travers l'examen des manifestations des acteurs collectifs intermédiaires (entreprises, communautés, associations...), et les micro-régulations à travers l'étude des comportements des ménages motorisés.

La comparaison spatiale complète l'analyse systémique. Nous avons sélectionné trois cas contrastés qui présentent différents niveaux de développement du système automobile : les régions métropolitaines de Paris, de São Paulo et de Mumbai. À partir des résultats de la comparaison, la généralisation permettra de conclure sur les degrés de perturbation du système automobile dans les grandes métropoles et les régulations mises en place.

CONCLUSION DE LA PREMIÈRE PARTIE

Cette recherche s'interroge sur le rôle de la congestion automobile dans la vie quotidienne des ménages motorisés des grandes métropoles. Un ménage motorisé est défini, dans ce travail, comme un ménage, ou l'ensemble des occupants d'un même logement, qui possède au moins une automobile, autrement dit un véhicule à quatre roues avec un moteur à combustion interne.

Le premier chapitre constitue un état de l'art pluridisciplinaire de la congestion automobile. À partir des travaux des historiens, des ingénieurs, des économistes, des sociologues, des géographes et des aménageurs sur la congestion automobile, nous en avons déduit une définition opératoire :

La congestion automobile résulte d'un déséquilibre, à un moment donné en un point donné, entre la demande automobile et l'offre viaire. Par ses manifestations, en particulier en allongeant les temps de parcours ou en augmentant leur variabilité, la congestion automobile perturbe le fonctionnement du système automobile. Plus l'écart est important entre la demande et l'offre, plus le degré de perturbation dû à la congestion est élevé.

Quels degrés la congestion doit-elle atteindre pour contrebalancer les effets positifs du système automobile ?

Le second chapitre expose et justifie la démarche méthodologique choisie pour étudier la congestion automobile et son rôle dans la vie quotidienne des ménages motorisés des grandes métropoles. Tout d'abord, l'analyse systémique permettra d'examiner les stratégies d'adaptation à la congestion à travers trois niveaux d'acteurs, les pouvoirs publics, les acteurs collectifs intermédiaires (entreprises, associations, communautés...) et les ménages, ainsi que les interactions entre ces niveaux d'acteurs. Ensuite, le recours à la comparaison spatiale permettra de tester les degrés de perturbation du système automobile et les régulations mises en place dans trois grandes villes présentant différents stades de développement du système automobile : les régions métropolitaines de Paris, de São Paulo et de Mumbai.

Pour clore cette première partie, nous résumons nos principales hypothèses de travail qui seront testées dans les parties deux et trois de la thèse. La deuxième partie dressera un diagnostic des manifestations spatiales et temporelles de la congestion automobile dans les trois régions métropolitaines. Elle identifiera les ménages motorisés qui en sont affectés. La troisième partie se penchera sur les adaptations mises en place par les pouvoirs publics (macro-régulations), les acteurs intermédiaires (mésorégulations) et les ménages (micro-régulations) face à la congestion automobile, ainsi que sur les interactions entre ces niveaux de régulations. Les mêmes cas d'étude seront sollicités.

Quatre hypothèses structurent ce travail :

1) L'hypothèse d'atténuation de la congestion

Les degrés de perturbation s'atténuant avec le développement du système automobile (l'écart entre la demande et l'offre tend à se résorber), il y a moins de congestion dans la région métropolitaine de Paris que dans celle de São Paulo et dans celle de São Paulo que dans celle de Mumbai.

2) L'hypothèse de reprise possible de la congestion

L'atténuation de la perturbation s'explique par des phénomènes de régulation qui, améliorant l'offre et/ou maîtrisant la demande, résorbent l'écart entre l'offre et la demande. Cette résorption n'est pas à tenir comme acquise. Nous supposons que pour des raisons diverses, économiques, politiques ou idéologiques, la congestion peut reprendre. Le Mumbai d'aujourd'hui préfigure-t-il le Paris de demain ?

3) L'hypothèse de permanence du système automobile

Les stratégies d'adaptation à la congestion assurent la permanence du système automobile. Les régulations diffèrent selon le type d'acteurs, le niveau de développement du système automobile et la région métropolitaine à laquelle le système appartient.

4) *L'hypothèse d'affectation de la qualité de vie des ménages par la congestion*

La congestion automobile affecte la mobilité des ménages motorisés métropolitains, et même, pour certains d'entre eux, leur qualité de vie, malgré les régulations mises en œuvre par les pouvoirs publics. Face à la variabilité et à l'allongement des temps de parcours, les ménages cherchent à maintenir leur budget temps de transport en modifiant leur schéma de déplacement, voire leur programme d'activités. Qu'est-ce qui définit la marge d'adaptation des ménages motorisés à la congestion ? Le niveau de développement du système automobile ? Les différences socio-économiques des ménages ? Le rapport au temps... ?

DEUXIÈME PARTIE

-

DIAGNOSTIC D'UNE PATHOLOGIE MÉTROPOLITAINE

L'objet de la deuxième partie de la thèse est de réaliser un diagnostic des manifestations spatiales et temporelles de la congestion automobile dans les régions métropolitaines et d'identifier les ménages motorisés affectés par la congestion.

La congestion touche-t-elle les mêmes territoires et affecte-t-elle les mêmes populations, d'une métropole à l'autre ? Ou bien cela dépend-il du degré de perturbation qu'elle suscite dans le système automobile ? Nous nous référons à l'hypothèse énoncée précédemment selon laquelle le degré de perturbation s'atténuerait avec le niveau de maturité du système automobile (l'écart entre la demande et l'offre tend à se résorber).

Il convient de vérifier si les régions de São Paulo et de Mumbai dont les taux de motorisation sont inférieurs à celui de l'Île-de-France sont plus congestionnées que l'Île-de-France, comme leur réputation pourrait le laisser penser¹¹. Il importe également d'identifier les populations et les territoires affectés par la congestion. Si les populations et les territoires touchés par la congestion diffèrent d'une métropole à l'autre et que, pour des raisons politiques, économiques ou écologiques, la congestion reprend en Île-de-France, les situations de São Paulo et de Mumbai peuvent-elles préfigurer le futur de l'Île-de-France ?

¹¹ À titre d'exemple, nous citons des articles de presse présentant São Paulo comme une ville qui, à cause de ses embouteillages, est « au bord de l'asphyxie » (article du *Courrier International*, d'après *Istoé*, daté du 18 mars 2008, article du *Time Magazine* daté du 21 avril 2008).

Pour mener à bien cette étude, nous nous appuierons sur les données statistiques disponibles dans ces régions, en particulier les enquêtes de déplacements des ménages. Nous aurons également recours aux données de trafic disponibles.

Le chapitre 3 décrira l'organisation urbaine des trois métropoles ainsi que la mobilité quotidienne de leurs habitants, en particulier celle des ménages motorisés. Le chapitre 4 présentera les symptômes de perturbation du système automobile, à savoir les manifestations spatiales et temporelles de la congestion.

CHAPITRE 3

-

L'ENVIRONNEMENT DU SYSTÈME AUTOMOBILE

Avant de caractériser les manifestations spatio-temporelles de la congestion automobile dans les métropoles sélectionnées, il faut comprendre l'organisation de ces métropoles. Où les habitants des régions métropolitaines résident-ils et où travaillent-ils ? Les réseaux de transport existants permettent-ils d'assurer un bon fonctionnement de ces régions ?

La structure de la région métropolitaine et l'efficacité des réseaux de transport conditionnent la mobilité quotidienne. Comment les habitants se déplacent-ils quotidiennement ? Sont-ils nombreux à utiliser l'automobile et donc à pouvoir être affectés par la congestion automobile ?

Nous décrirons d'abord l'environnement métropolitain (1) avant d'étudier les mobilités quotidiennes (2).

1. Les espaces métropolitains étudiés

1.1 Présentation générale

Paris se situe dans la vallée de la Seine, dans la partie nord de la France. La région d'Île-de-France couvre une superficie de 12 000 km². Elle est peuplée par 11,6 millions d'habitants et forme la métropole francilienne (INSEE, 2007).

São Paulo est la capitale de l'État de São Paulo. Elle se situe dans le sud-est du Brésil. S'étendant sur un plateau à 800 mètres d'altitude, à moins de 80 kilomètres de la côte atlantique, la région métropolitaine de São Paulo (RMSP) englobe 39 communes. 20,1 millions d'habitants vivent dans la région métropolitaine dont la superficie s'étend sur 8 000 km² (IBGE, 2010).

Capitale de l'État du Maharashtra, situé à l'ouest de l'Inde, la municipalité de Grand Mumbai (12 km de large sur 40 km de long) occupe presque toute la péninsule qui se jette dans la mer d'Oman. Ses 12,5 millions d'habitants constituent 60% de la population de la région métropolitaine de Mumbai (RMM). Celle-ci englobe, sur 4 350 km², l'ensemble de la péninsule et une partie du continent (*Census of India*, 2011)¹².

Le tableau ci-après propose un découpage concentrique (ou semi-concentrique dans le cas de Mumbai) en fonction des densités, selon la méthode proposée par J.-P. Hubert et J.-L. Madre (2002). Le découpage est réalisé à partir des statistiques nationales produites par l'Institut national des Statistiques et des Sciences Économiques (INSEE) en France, par l'Institut brésilien des Statistiques et de la Géographie (IBGE) et par le Ministère indien de l'Intérieur (*Census of India*).

¹² Il s'agit des résultats provisoires du recensement général de la population indienne de 2011 (*Census of India*, 2011). Les résultats provisoires concernant la population de la municipalité du Grand Mumbai (districts de Mumbai et de Mumbai Suburban) sont téléchargeables sur le site http://censusindia.gov.in/2011-prov-results/prov_data_products_maha.html, consulté le 20 janvier 2012. Les résultats provisoires concernant la population de la région métropolitaine de Mumbai sont diffusés dans le communiqué de presse du Bureau de Renseignements pour la Presse (*Press Information Bureau*) du gouvernement indien, daté du 31 octobre 2011 (communiqué « *INDIA STATS : Million plus cities in India as per Census 2011* », disponible sur le site <http://pibmumbai.gov.in/scripts/detail.asp?releaseId=E2011IS3>, consulté le 20 janvier 2012).

Ce découpage centre – banlieue – périphérie se réfère à des dénominations locales que nous utiliserons au cours de ce travail. Ainsi, selon ce découpage, le centre de l'Île-de-France correspond à *Paris*, la banlieue aux trois départements de la *petite couronne* et la périphérie aux quatre départements de la *grande couronne*.

La région métropolitaine de São Paulo est constituée du *centre étendu* qui englobe six des trente-et-une sous-préfectures de la municipalité de São Paulo, de la banlieue qui correspond au *reste de la municipalité de São Paulo*, autrement dit aux vingt-cinq autres sous-préfectures, et du *reste de la région métropolitaine*.

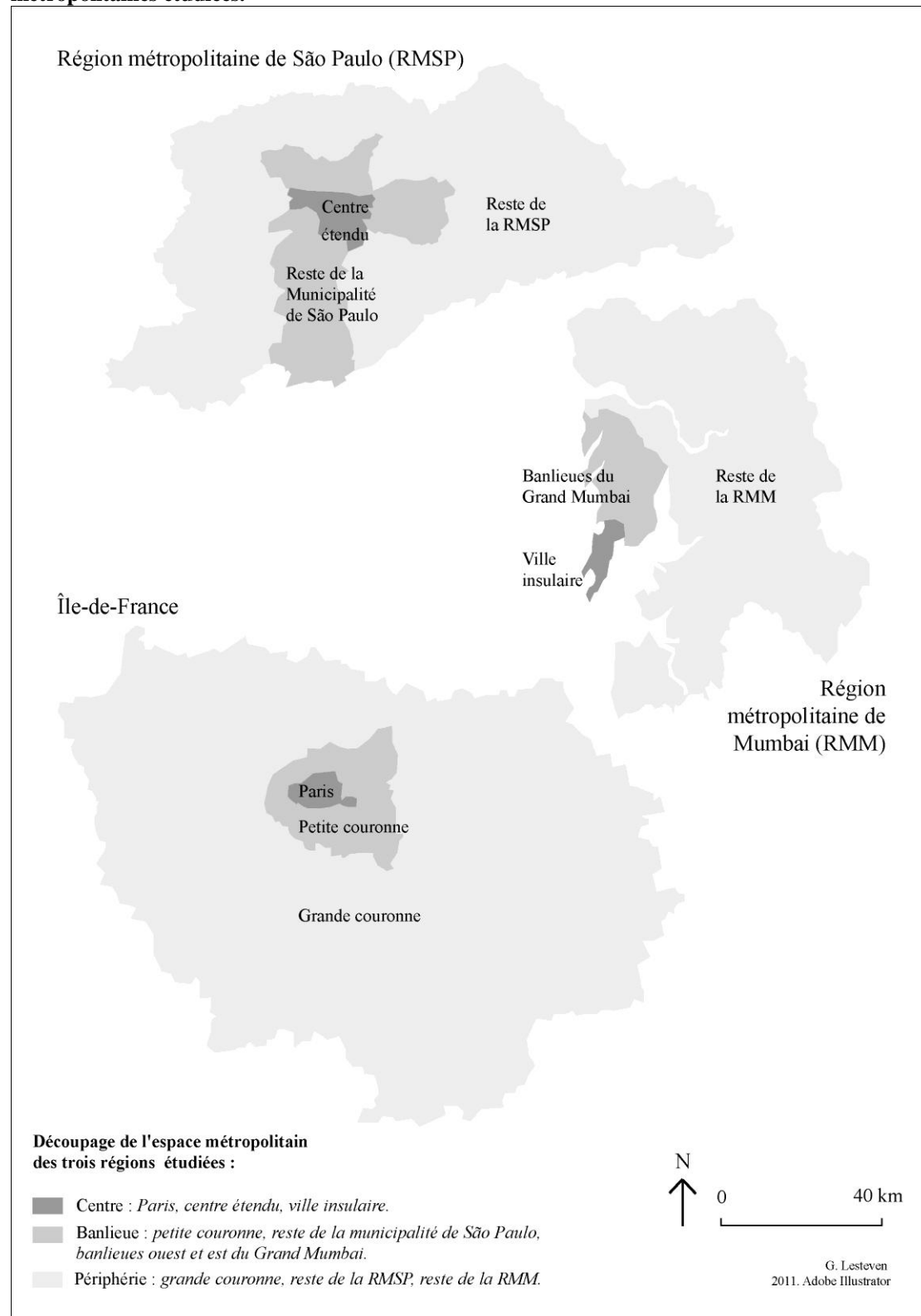
La *ville insulaire* et les *banlieues ouest et est* de la corporation municipale du Grand Mumbai constituent respectivement le centre et la banlieue de la région métropolitaine de Mumbai. La périphérie correspond au *reste de la région métropolitaine*, c'est-à-dire le nord de la péninsule et la partie continentale.

Tableau 1 - Découpage concentrique ou semi-concentrique des trois régions métropolitaines étudiées.

	Centre	Banlieue	Périphérie
Île-de-France	<i>Paris</i>	<i>La petite couronne</i> (3 départements : - Hauts-de-Seine - Seine-Saint-Denis - Val de Marne)	<i>La grande couronne</i> (4 départements : - Seine-et-Marne, - Yvelines, - Essonne, - Val d'Oise)
RMSP (São Paulo)	<i>Le centre étendu</i> (Les 6 sous-préfectures centrales de la municipalité de São Paulo : Sé, Mooca, Lapa, Pinheiros, Vila Mariana, et Ipiranga)	<i>Le reste de la municipalité de São Paulo</i> (Les 25 autres sous-préfectures)	<i>Le reste de la RMSP</i> (Les 38 autres communes)
RMM (Mumbai)	<i>La ville insulaire</i> (7 îles colmatées à la pointe de la péninsule, appartenant à la corporation municipale du Grand Mumbai)	<i>Les banlieues ouest et est</i> de la corporation municipale du Grand Mumbai	<i>Le reste de la RMM</i> (Les 6 autres corporations municipales, 13 municipalités et 982 villages)

La carte de la page suivante illustre le découpage proposé dans le tableau ci-dessus.

Figure 5 - Carte du découpage concentrique ou semi-concentrique des trois régions métropolitaines étudiées.



1.2 Répartition et évolution de la population

Le découpage centre – banlieue – périphérie s’appuie sur la répartition de la population. La densité de la population décroît du centre vers la périphérie. Les chiffres sont donnés dans le tableau suivant.

Tableau 2 - Densités de population des régions métropolitaines étudiées.

Région métropolitaine	Superficie et densité	Total	Centre	Banlieue	Périphérie
Île-de-France	Km ²	12 012	105	657	11 250
	Hab/km ²	966	20 886	6 818	608
RMSP (São Paulo)	Km ²	8 051	197	1 312	6 542
	Hab/km ²	2 502	9 570	6 990	1 389
RMM (Mumbai)	Km ²	4 355	72	396	3 887
	Hab/km ²	4 764	43 694	23 567	2 128

Sources : INSEE, 2007 ; IBGE, 2010 ; résultats provisoires du Census of India, 2011.

Le gradient de densité démographique est marqué pour l’Île-de-France et pour la région métropolitaine de Mumbai. Les densités sont très élevées dans la ville insulaire du Grand Mumbai (plus de 40 000 hab/km²) et élevées dans les banlieues du Grand Mumbai et dans Paris (plus de 20 000 hab/km²). Certains espaces de l’Île-de-France (par exemple, l’est de la Seine-et-Marne) et de la région métropolitaine de Mumbai sont encore ruraux et présentent des densités plus basses.

Ce gradient de densité ne se retrouve pas de manière aussi nette dans la métropole paulistaine. La répartition de sa population est beaucoup plus hétérogène. Le centre étendu de São Paulo où habitent principalement des populations aisées est peu dense par rapport à d’autres quartiers aux limites de la municipalité ou à certaines communes de la périphérie. Dans ces communes de la périphérie, vivent des populations pauvres qui se regroupent dans des bidonvilles ou *favelas*¹³ (Santos, 1990 ; Meyer et al, 2004 ; Saglio-Yatzimirsky, 2004).

Il est estimé qu’environ 30% de la population métropolitaine de São Paulo vit dans des logements illégaux dont 15 à 20% dans les *favelas* (Menna-Barreto Silva, 2000). Dans la municipalité du Grand Mumbai, c’est plus de 50% de la population qui

¹³ Les *favelas* au Brésil désignent de manière générique « des lieux de plus grandes difficultés de vie et de concentration des pratiques d’illégalité » (Cabanes, 2009, p. 446).

vit dans des bidonvilles¹⁴ ou *slums* (MMRDA et LEA, 2008). L'Île-de-France ne connaît pas une telle crise du logement (Charrier, 2008).

La tendance générale qui se dessine ces trente dernières années est une croissance de la population dans les zones périphériques des grandes métropoles, alors que s'assèchent progressivement les grands flux migratoires.

Tableau 3 - Évolution de la population dans les régions métropolitaines étudiées.

Région métropolitaine		Répartition de la population en %		
Date	Population	Centre	Banlieue	Périphérie
Île-de-France				
1982	10,1	22%	39%	40%
2007	11,6	19%	37%	44%
RMSP (São Paulo)				
1980	12,6	19%	48%	33%
2010	20,1	9%	46%	45%
RMM (Mumbai)				
1981	11,1	28%	48%	24%
2011	20,7	15%	45%	40%

Sources : INSEE, 2007 ; IBGE, 2010 ; résultats provisoires du Census of India, 2011.

Jusque dans les années 1970, la croissance de l'agglomération parisienne s'appuie, en partie, sur son excédent migratoire. La situation s'inverse ensuite, le déficit migratoire s'atténuant progressivement. Dans la région métropolitaine, le dépeuplement de Paris est un phénomène séculaire, au profit de la petite couronne puis, à partir des années 1970, de la grande couronne. La périurbanisation d'une partie des couches moyennes voire modestes joue un rôle dans la « ghettoïsation » des grands ensembles d'habitat social de la petite couronne et dans l'accélération de la « gentrification » de la capitale et de certaines communes de banlieue (Berger, 2004, p. 10).

La région de São Paulo connaît aussi, à la fin des années 1970, un tarissement des grands flux migratoires venant du nord-est du Brésil. Ces flux alimentaient la construction de la région métropolitaine depuis les années 1940, succédant aux vagues de migrants étrangers de la première moitié du XX^{ème} siècle. On observe, depuis, des migrations internes au sein de la région métropolitaine. Tandis que les espaces

¹⁴ Le terme de bidonville désigne « à la fois un type d'habitat précaire (...) et l'espace ainsi constitué, stigmatisé par la pauvreté de sa population. Ces habitats spontanés sont nés à l'initiative de la population et ne disposent pas de l'infrastructure élémentaire. La précarité légale du bidonville se traduit par sa précarité physique, puisque l'occupation n'est généralement garantie par aucun acte juridique, ce qui accentue la vulnérabilité de sa population. » (Saglio-Yatzimirsky, 2002a, p. 16).

centraux « se verticalisent » (de Souza, 1998, p. 14), les populations pauvres sont rejetées en périphérie, non pas par saturation des espaces centraux mais en raison de logiques foncières particulières et de politiques publiques inadaptées (Saglio-Yatzimirsky, 2004). Parallèlement, certaines populations aisées choisissent de s'installer dans des quartiers fermés en périphérie. La périphérie, qui accueille à la fois des populations très pauvres et des populations aisées, devient, spatialement et socialement, complexe (Rivière d'Arc, 2006).

La croissance démographique de la région métropolitaine de Mumbai s'appuie encore sur un solde migratoire élevé mais en baisse. Alors que le solde migratoire constitue 64% de l'accroissement démographique au recensement de 1961, il ne représente plus que 43% au recensement de 2001 (*Census of India*, 2001). Par ailleurs, les migrants tendent davantage à s'installer dans la périphérie de la région métropolitaine de Mumbai que dans le Grand Mumbai (Parasuraman, 2007, p. 39). Au sein du Grand Mumbai, les banlieues captent l'essentiel de la croissance démographique au détriment de la ville insulaire. Les deux-tiers des habitants vivent dans les banlieues en 2001 alors qu'ils n'étaient qu'un tiers en 1961. Cette tendance s'est accrue durant la dernière décennie. La ville insulaire a même perdu des habitants (*Census of India*, 2011).

A la différence de la région métropolitaine de São Paulo, et, dans une certaine mesure, de l'Île-de-France, nous n'observons pas, dans le Grand Mumbai, de découpage résidentiel en fonction des revenus. Les ménages pauvres tendent à vivre dans les mêmes quartiers que les ménages riches ou appartenant aux classes moyennes. Néanmoins, les ménages pauvres sont surreprésentés dans la banlieue est. Et les ménages aisés sont plus nombreux dans la ville insulaire que dans le reste de la municipalité (Baker et al, 2005, p. 11).

1.3 Localisation des emplois

Après avoir examiné la répartition de la population dans l'espace métropolitain, nous regardons maintenant la localisation des emplois.

Tableau 4 - Localisation des emplois dans les régions métropolitaines étudiées.

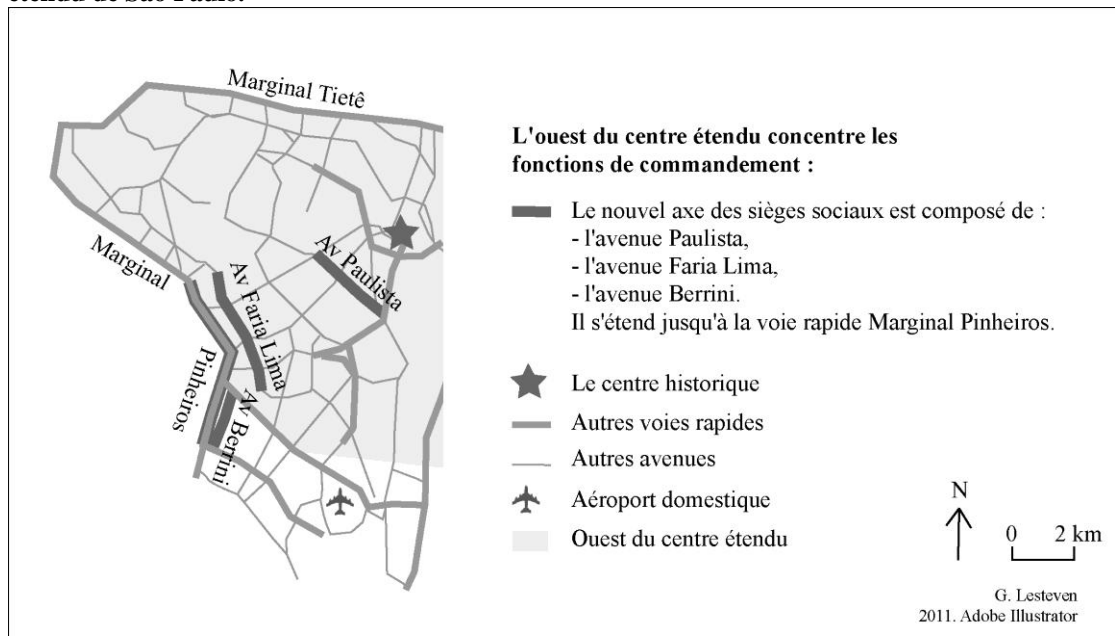
Emplois	Centre	Banlieue	Périphérie
Île-de-France	32%	35%	33%
<i>(secteurs secondaire + tertiaire)</i>	<i>(3% + 29%)</i>	<i>(5% + 30%)</i>	<i>(7% + 27%)</i>
RMSP (São Paulo)	33%	32%	35%
<i>(secteurs secondaire + tertiaire)</i>	<i>(4% + 29%)</i>	<i>(5% + 28%)</i>	<i>(9% + 26%)</i>
RMM (Mumbai)	31%	44%	25%
<i>(secteurs secondaire + tertiaire)</i>	<i>(4% + 23 %)</i>	<i>(9% + 29 %)</i>	<i>(7% + 15 %)</i>

Sources : INSEE, 2007 ; Metrô, 2007 ; MMRDA et LEA, 2008.

En Île-de-France, le desserrement des emplois est moins rapide que celui de la population. Il a alimenté l'extension spatiale de la zone agglomérée francilienne, accentuant les déséquilibres entre l'ouest et l'est, le nord et le sud (Berger, 2000, p. 598). La décentralisation industrielle des années 1960-1975 a laissé à la métropole francilienne les branches de pointe et les fonctions les plus nobles, incorporant le plus fort taux d'encadrement.

São Paulo connaît aussi une tertiarisation de son économie depuis les années 1990, alors qu'une partie de son industrie est décentralisée vers d'autres régions de l'État de São Paulo ou du pays. De grands établissements industriels, en particulier automobiles, sont encore présents dans les communes du sud-est de la région métropolitaine ou le long des grands axes routiers dans la municipalité de São Paulo. Le « nouvel axe des sièges sociaux » du centre étendu est constitué des avenues Paulista, Faria Lima et Berrini et s'étend jusqu'à la Marginal Pinheiros. Il concentre l'emploi tertiaire, en particulier les fonctions de commandement (Rocco, 2007). Le centre historique reste un pourvoyeur important d'emplois, dans l'administration ou les commerces (Rivière d'Arc, 2006).

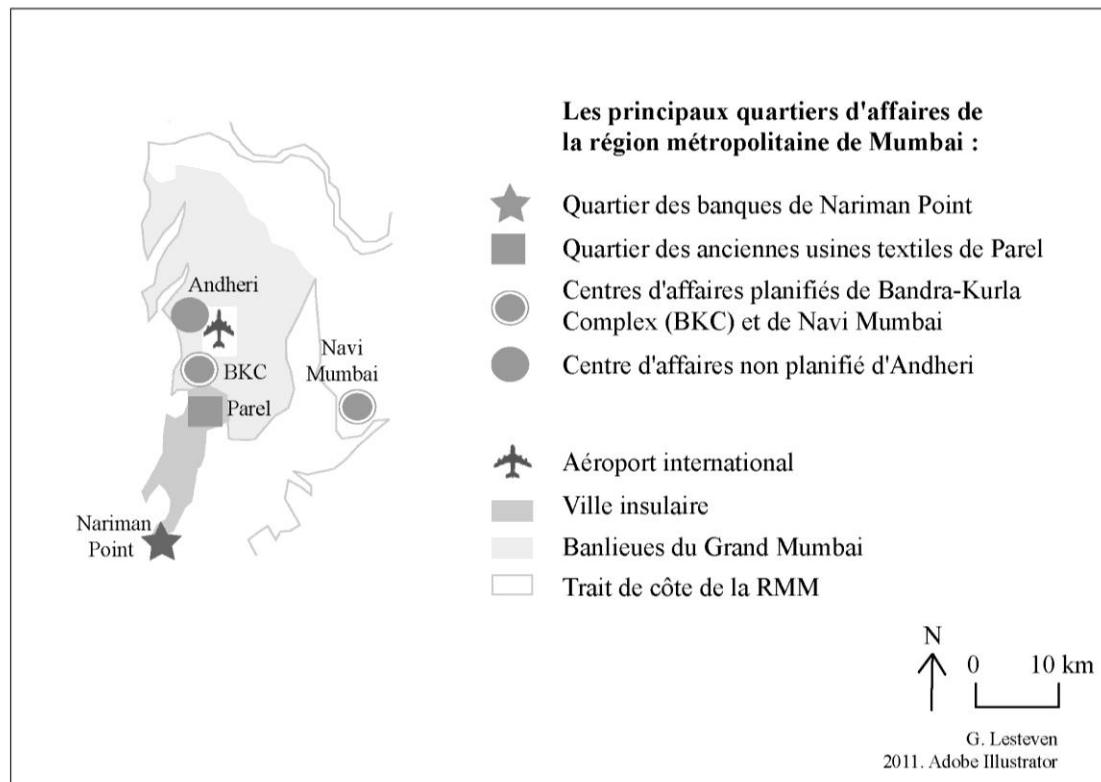
Figure 6 - Croquis de localisation du « nouvel axe des sièges sociaux » dans l'ouest du centre étendu de São Paulo.



La libéralisation économique de l'Inde en 1991 se traduit, dans la région métropolitaine de Mumbai, par un phénomène de tertiairisation de l'économie et de désindustrialisation (D'Monte, 2002, p. 21). Port et ville textile à la fin du XIX^{ème} siècle, Mumbai possède aujourd'hui la base économique la plus importante et la plus diversifiée du pays. Ceci implique une redistribution de l'emploi entre les différentes parties de la région métropolitaine (Sundaram, 2000, p. 567). Nariman Point, à l'extrémité sud de la péninsule, reste le quartier des banques. Dans la banlieue ouest et sur le continent, se développent de nouveaux centres d'affaires planifiés (Bandra-Kurla Complex, Navi Mumbai) ou nés de la spéculation foncière (Andheri à proximité de l'aéroport international). Les anciennes industries textiles du quartier de Parel, dans la ville insulaire, sont reconverties en centres commerciaux ou en bureaux (D'Monte, 2002).

Il faut noter que dans la région métropolitaine de Mumbai, plus de la moitié des emplois appartient au secteur informel (MMRDA et LEA, 2008, p. 42). Ce secteur s'est intensément développé depuis les années 1950, grandissant en interdépendance avec le secteur organisé (Saglio-Yatzimirsky, 2002a, p. 23). Le secteur informel représente également plus de la moitié des emplois dans la région de São Paulo (Villas Boas Gabbi, 2009, p. 144). Souvent diffus, les emplois informels restent plus difficilement dénombrables et localisables, tant dans la région de Mumbai que dans celle de São Paulo.

Figure 7 - Croquis de localisation des principaux centres d'affaires dans la région métropolitaine de Mumbai.



1.4 Les réseaux de transport

Les réseaux de transport conditionnent à la fois l'efficacité du fonctionnement des métropoles et la mobilité quotidienne des habitants. Mis en place progressivement depuis la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, permettent-ils aujourd'hui un bon fonctionnement de ces régions métropolitaines ?

Le tableau suivant donne la longueur des réseaux routiers et ferrés par région métropolitaine.

Tableau 5 - Longueur des réseaux dans les régions métropolitaines étudiées.

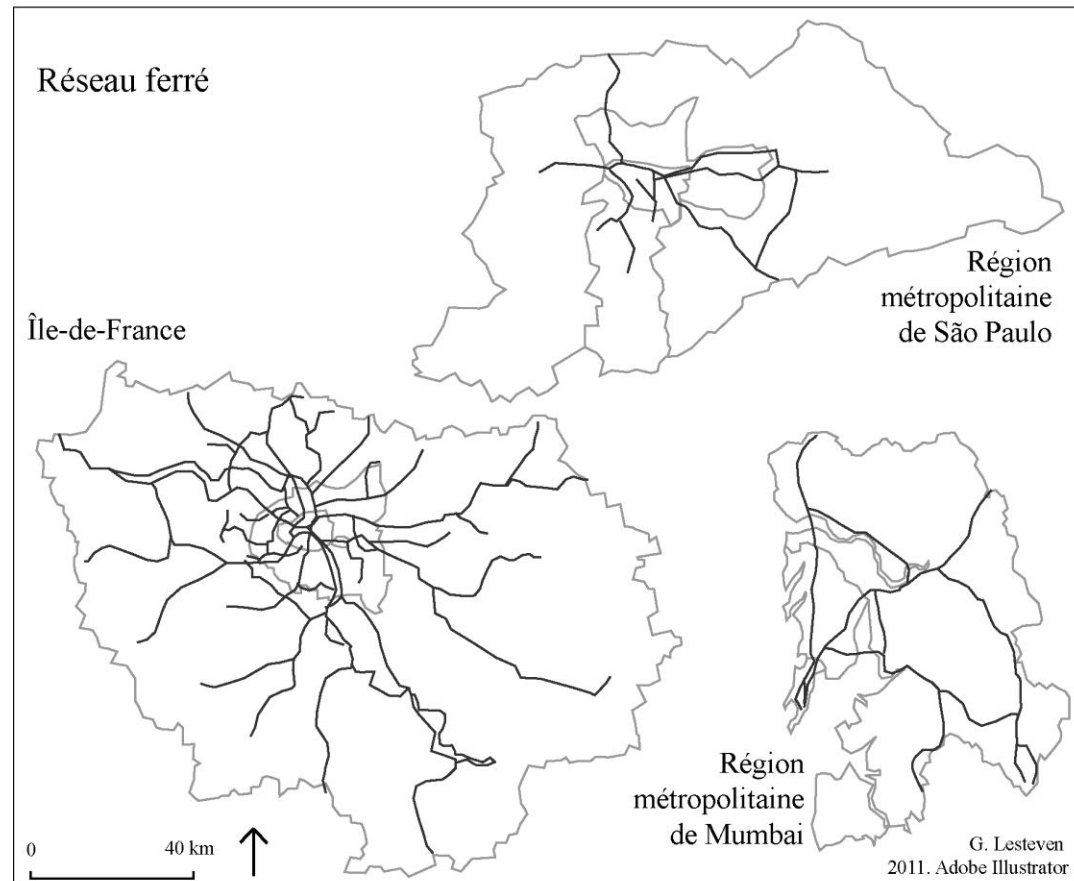
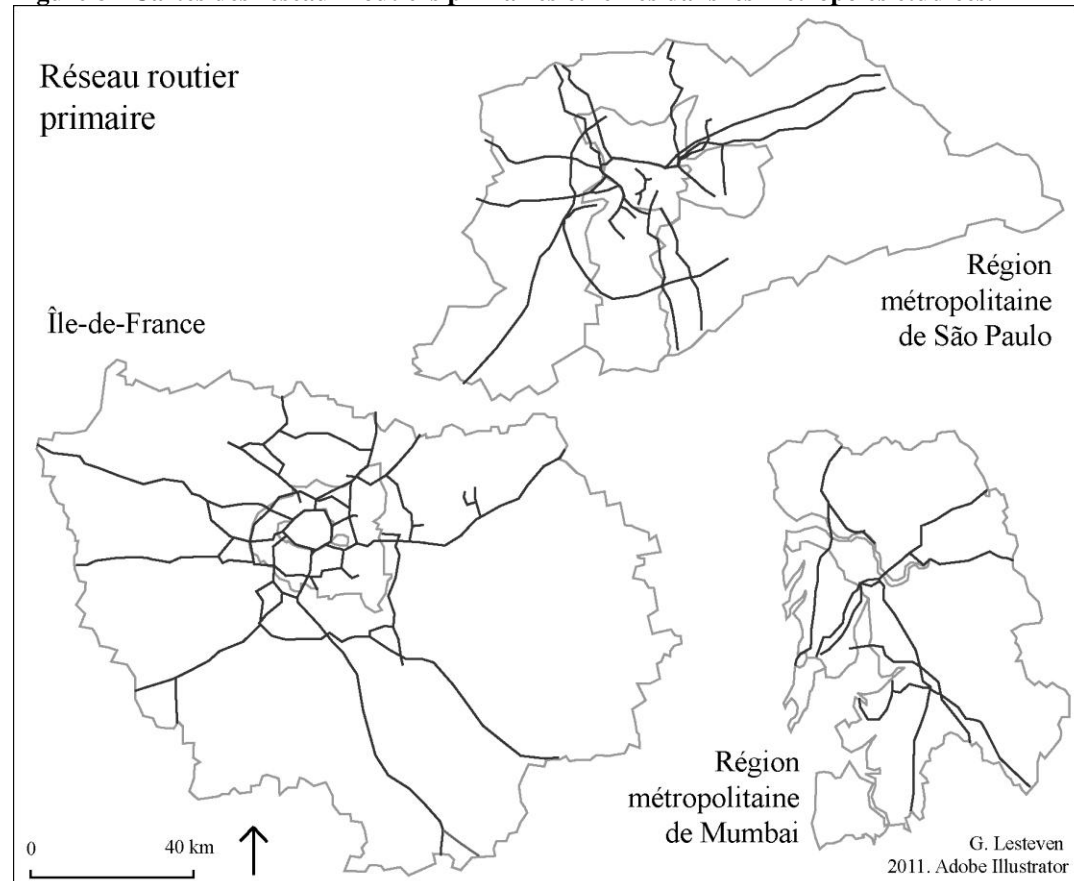
La route			
	Voirie primaire en km (autoroutes et voies rapides)	Densité du réseau primaire	
		en km / km ²	en km / 1 000 habitants
Île-de-France	790	0,07	0,07
RMSP	650	0,08	0,03
RMM	280	0,06	0,01

Le rail			
	Trains/RER + métro / tramway en km	Densité du réseau ferré (hors métro/tram)	
		en km / km ²	en km / 1 000 habitants
Île-de-France	1 525 + 259	0,13	0,13
RMSP	261 + 74	0,03	0,02
RMM	404	0,09	0,02

Sources : STIF, 2009 ; DIRIF, 2011 ; CET, 2009 ; DER, 2011 ; DERSA, 2010 ; Metrô, 2010 ; MMRDA et LEA, 2008 ; MMRDA, 2011.

La métropole francilienne est bien équipée tant sur le plan routier que sur le plan des transports ferrés. La région de São Paulo tend à privilégier la route au détriment du ferroviaire. Dans la région de Mumbai, les voies ferrées construites au XIX^{ème} siècle structurent l'extension urbaine et le développement du réseau routier. Les deux cartes de la page suivante comparent les réseaux routiers primaires et les réseaux ferrés dans les trois régions étudiées.

Figure 8 - Cartes des réseaux routiers primaires et ferrés dans les métropoles étudiées.



Cartes établies à partir de Google Earth ; IAU idF, 2011 ; DERSA, 2011 ; MMRDA et LEA, 2008.

Comment se sont développés les réseaux de transport dans ces régions métropolitaines ?

Dès le début du XX^{ème} siècle, l'agglomération parisienne apparaît bien desservie. Les travaux d'Hausmann, au siècle précédent, ont amélioré la voirie parisienne. La ville s'équipe également d'un métro, tandis que l'extension du chemin de fer en banlieue structure l'urbanisation de l'agglomération.

Dans les années 1960, l'accroissement du niveau de vie et de la population entraîne de nouveaux besoins que ne peut satisfaire l'infrastructure existante. Le schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme de la région de Paris de 1965 propose la réalisation d'un réseau d'autoroutes urbaines et la construction d'un réseau express régional (RER) qui relie, par des radiales ferroviaires, les villes nouvelles à l'agglomération parisienne. La priorité est aux transports collectifs à l'intérieur de Paris et de la proche banlieue densément peuplée. Ainsi, cette période, pourtant réputée comme celle de l'« urbanisme automobile » presque absolu, est aussi celle de la création du RER et du réveil des investissements à la RATP (Flonneau, 2003, p. 152).

Aujourd'hui, le maillage autoroutier prévu dans le schéma directeur de 1965 est presque entièrement réalisé et le RER est en cours d'achèvement. Néanmoins, les projets de rocade ferroviaires, débattus une fois encore à l'occasion du projet présidentiel du Grand Paris (Offner, 2007), rappellent le déséquilibre actuel entre une desserte ferroviaire fine à Paris et un faible maillage des réseaux ferrés en petite et grande couronnes (Navarre, 2010).

À São Paulo, la mise en place des réseaux de transport est liée aux cycles de développement économique (Théry, 2005).

Au début du XX^{ème} siècle, les capitaux anglais financent l'exportation de café et le commerce lucratif des concessions ferroviaires. Ils conditionnent le développement d'un système de transport urbain sur rail.

Dans les années 1950, les tramways et les trains de banlieue cèdent la place à un modèle de développement autoroutier alors que se développe l'industrie automobile. Les politiques publiques favorisent les systèmes de transport sur routes, en particulier les transports individuels (Somekh et Zioni, 2008). Ce développement de la voirie a deux conséquences majeures. D'une part, l'urbanisation s'étend le long

des axes routiers. D'autre part, cette extension urbaine encourage un phénomène de spéculation (Santos, 1990, p. 24).

La période du « Miracle » économique, au début de la dictature militaire (1967-73), suscite de nouveaux projets. Il s'agit de réaliser un réseau viaire orthogonal visant à rompre avec la structure radioconcentrique du plan des Avenues de 1930. Un vaste réseau de métro de 400 kilomètres est également prévu. Mais la crise pétrolière et la fin du miracle brésilien compromettent la réalisation de ces projets.

Seules les voies rapides du centre étendu sont réalisées ainsi que 74 kilomètres de métro, lui aussi situé dans le centre étendu. À ces réalisations centrales s'ajoute le maintien d'un réseau de trains de banlieue, aujourd'hui vétuste et saturé¹⁵. Si le métro est efficace et de qualité¹⁶, il reste, comme les voies rapides, une illustration du caractère partiel et excluant de la modernité urbaine à São Paulo, celle-ci se manifestant principalement dans le centre étendu (Somekh et Zioni, 2008).

À Bombay, les capitaux anglais jouent aussi un rôle important, en finançant le développement de l'industrie textile du coton au cours du XIX^{ème} siècle. Les colons anglais supervisent les travaux d'assèchement et de colmatage des sept îles historiques pour créer la ville insulaire à la pointe de la péninsule. Ils font réaliser deux lignes de chemin de fer, la ligne occidentale et la ligne centrale. Ces lignes relient les nouveaux centres de culture du coton du Gujarat et du centre de l'Inde aux usines textiles de transformation de coton qui s'installent au nord de la ville insulaire. Les voies ferrées sont prolongées jusqu'au port de Bombay, situé à l'extrémité de la péninsule (Dossal, 2010, p. 128).

Le réseau routier se structure au cours du XX^{ème} siècle. Il se développe parallèlement au réseau ferroviaire, du nord vers le sud. Le maillage du réseau routier reste faible. Aucune artère principale d'orientation est-ouest n'existe. Mais des travaux de redimensionnement des voies locales sont en cours (MMRDA et LEA, 2008, p. 117). De même, pour le moment, un seul pont relie la péninsule au continent.

¹⁵ 800 000 déplacements sont réalisés en moyenne chaque jour ouvré sur les 261 kilomètres de ligne de train de banlieue de la région de São Paulo (Metrô, 2007). C'est moins que le million de déplacements journaliers, en semaine, sur les 109 kilomètres du RER A (http://www.ratp.fr/fr/ratp/c_11199/la-ligne-a-une-priorite/, site consulté le 20 janvier 2012).

¹⁶ Le métro de São Paulo transporte 2,2 millions de passagers par jour (Metrô, 2007), alors que le métro parisien, deux fois et demi plus long, en transporte un peu plus du double (4,1 millions de déplacements par jour sur les 217 kilomètres de lignes en 2009, OMNIL, 2011).

S'appuyant sur l'existence d'un réseau de trains de banlieue très efficace¹⁷, les autorités mumbaïkars tendent à favoriser le développement routier, afin de répondre aux attentes des élites qui veulent voir Mumbai devenir une ville de rang mondiale. Ainsi, Mumbai doit posséder une rocade autoroutière, à l'instar des autres villes du même rang (Bombay First et McKinsey, 2003, p. 17). Ce choix de la route aux dépens du rail favorise les élites motorisées et risque d'accroître les inégalités (Anand, 2006 ; Zérah, 2008 ; Baviskar, 2011).

1.5 L'organisation en réseau des principaux axes routiers

Dans les métropoles francilienne et paulistaine, le réseau des voies rapides est un réseau *radioconcentrique*.

Trois rocade entourent Paris. Le boulevard périphérique s'étend sur le tracé des anciennes fortifications. L'A86 est située en petite couronne, à moins de dix kilomètres de la capitale. La Francilienne (A104) se trouve entre 30 et 40 kilomètres de Paris. Ces trois rocade sont maillées par neuf voies radiales¹⁸.

Le système est comparable à São Paulo. Dix autoroutes radiales¹⁹ convergent vers les Marginais Tietê et Pinheiros et les autres voies rapides et avenues qui, ensemble, forment la petite rocade (*minianel viário*). La petite rocade entoure le centre étendu. Elle se trouve à environ 7 km du centre historique. Une autre rocade, principalement conçue pour le trafic de transit à destination du port de Santos, est en cours de construction. Appelée rodoanel *Mária Cavas* (SP021), elle se situe entre 20 et 40 km du centre historique. Les tronçons ouest et sud du rodoanel sont en service.

Dans la région métropolitaine de Mumbai, le réseau de voies rapides est *radial*. Les trois artères principales sont d'orientation nord-sud. Elles sont parallèles

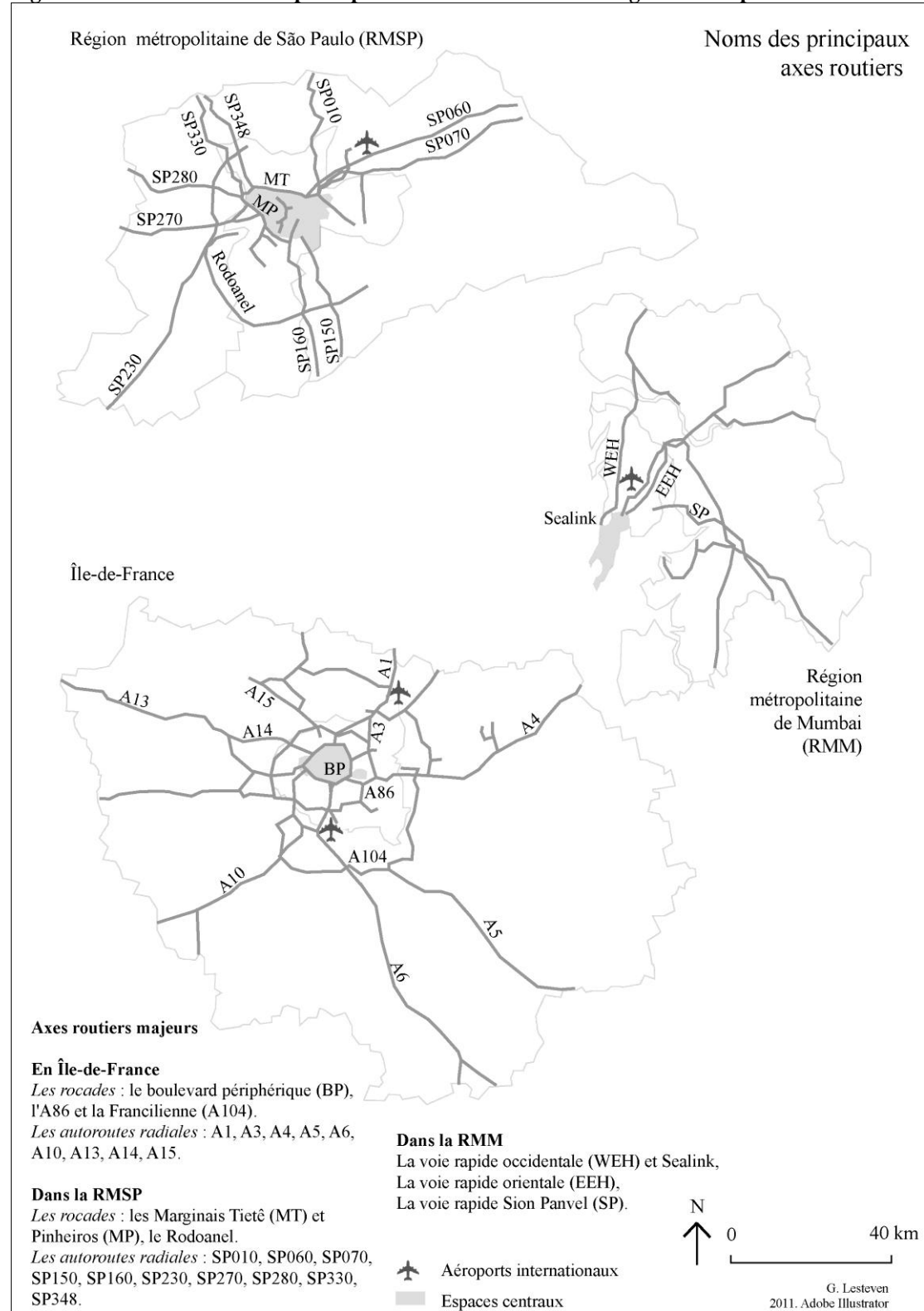
¹⁷ Dans la région métropolitaine de Mumbai, les 404 kilomètres de ligne de train de banlieue transportent 6,9 millions de voyageurs par jour (MMRDA et LEA, 2008). À titre de comparaison, le réseau ferré francilien (métro + RER + trains de banlieue) transporte 7,2 millions de voyageurs par jour sur 1 742 kilomètres de ligne. Le métro et le RER A transportent, eux seuls, 5,1 millions de voyageurs par jour sur leurs 326 kilomètres de ligne (OMNIL, 2011). Ce qui ne donne pas des écarts de fréquentation aussi importants que nous aurions pu le penser. La différence tient encore dans le fait que les wagons, à Mumbai, ne sont pas équipés de portes (ce qui permet d'arriver à des densités de 16 hommes par m² dans les wagons masculins de seconde classe en heures de pointe mais ce qui accroît les accidents mortels, selon la MMRDA et LEA, 2008 !).

¹⁸ Les neuf radiales franciliennes sont les autoroutes A1, A3, A4, A5, A6, A10, A13, A14 et A15.

¹⁹ Les dix autoroutes radiales dans la région de São Paulo sont les autoroutes SP010, SP060, SP070, SP150, SP160, SP230, SP270, SP280, SP330 et SP348.

aux voies ferrées et convergent vers la pointe de la péninsule. Il s'agit de la voie rapide occidentale (Western Express Highway - WEH), de la voie rapide orientale (Eastern Express Highway - EEH) et de la voie rapide Sion-Panvel. Au niveau le plus étroit de la péninsule, au nord de la ville insulaire, un pont payant, le Bandra-Worli Sealink, est ouvert depuis 2009. Il prolonge la voie rapide occidentale vers la pointe sud de la péninsule et permet un accès privilégié entre la ville insulaire et l'aéroport international situé dans la banlieue ouest.

La carte ci-après nomme les principales voies rapides urbaines. Nous définissons une *voie rapide urbaine* comme une voie réservée aux modes motorisés et dont l'accès est réglementé par des bretelles d'entrées et de sorties. Ce qui permet, en théorie, une certaine fluidité du trafic, lorsque le débit ne dépasse pas la capacité. Or, dans la région de Mumbai, des carrefours à feux existent sur les voies rapides. Ce problème est partiellement pallié par la présence de nombreux autoponts (*flyovers*).

Figure 9 - Carte nommant les principaux axes routiers dans les régions métropolitaines étudiées.

1.6 Synthèse sur les réseaux de transport

En Île-de-France, la différenciation d'usage des réseaux se maintient entre le centre et les périphéries. La desserte ferroviaire prime pour Paris et pour les déplacements radiaux vers Paris depuis les petite et grande couronnes. La desserte routière, permise par un maillage routier rapide suffisamment fin, l'emporte pour le reste des déplacements. Cette différenciation d'usage est renforcée par la dynamique spatiale de la métropole francilienne qui se caractérise par l'étalement, la fragmentation et la dédensification de la nappe urbaine (Beaucire et Saint-Gérard, 2001, p. 343).

Dans la région métropolitaine de São Paulo, on observe une re-concentration de l'emploi dans le centre étendu où résident les populations aisées motorisées. Comme en Île-de-France, les populations pauvres des périphéries continuent à dépendre des espaces centraux tant pour l'emploi que pour les services (Santos, 1990, p. 62). Elles parcourent de longues distances pour accéder aux espaces centraux. Elles s'y rendent le plus souvent en bus ou parfois, à l'instar de l'exemple francilien, en train de banlieue.

Enfin, la région métropolitaine de Mumbai se caractérise par un desserrement de la population d'abord vers les banlieues du Grand Mumbai puis vers les périphéries. Les centres d'emploi tendent également à se multiplier. Le centre historique de Nariman Point, situé à la pointe de la péninsule, se maintient en se sur-spécialisant dans le secteur de la finance depuis la libéralisation de l'économie indienne des années 1990. Parallèlement, d'autres centres d'affaires se développent le long des axes ferrés, dans la banlieue ouest et sur le continent. Les voies ferrées d'orientation nord-sud continuent ainsi de structurer l'extension urbaine de la métropole. Néanmoins, l'ouverture attendue fin 2012 du métro et du monorail et l'amélioration en cours des axes routiers est-ouest devraient, dans les prochaines années, améliorer les échanges transversaux au sein de la région métropolitaine.

2. Mobilités quotidiennes et usages de la voiture

La structure de la région métropolitaine et la performance des réseaux de transport conditionnent la mobilité quotidienne. Comment et avec quels modes de transport les habitants de ces métropoles se déplacent-ils quotidiennement ?

Ce travail de thèse porte sur les adaptations des ménages motorisés à la congestion automobile. Nous cherchons donc à caractériser leur mobilité. Nous étudierons d'abord la motorisation des ménages métropolitains avant d'examiner les mobilités quotidiennes et en particulier celles des ménages motorisés.

Dans cette partie, nous nous appuyons principalement sur les résultats des enquêtes de déplacements des ménages, réalisées dans chacune des régions métropolitaines étudiées.

La dernière enquête de déplacements des ménages produite en Île-de-France date de 2001. Mise en œuvre par la Direction régionale de l'Équipement d'Île-de-France (DREIF)²⁰, l'*Enquête globale de transport* a interrogé 10 500 ménages franciliens sur leurs déplacements quotidiens un jour de semaine. Elle fait suite aux trois enquêtes précédentes, réalisées en 1991, 1983 et 1976. Une nouvelle enquête est actuellement en cours²¹. L'Enquête nationale Transports et Déplacements menée en 2008 avec un échantillon plus faible sur l'Île-de-France fait ressortir un fort ralentissement des évolutions si bien que l'observation de 2001 reste pertinente (Orfeuillat, 2011b).

La société d'exploitation du métro de São Paulo (Metrô) réalise tous les dix ans, depuis 1967, une enquête de déplacements des ménages, nommée *Enquête Origine et Destination*. Sa méthodologie se rapproche de celle de l'Enquête globale de transport. La cinquième enquête, réalisée en 2007, a retenu 30 000 des 54 000 ménages métropolitains interrogés.

Enfin, l'agence de développement de la région métropolitaine de Mumbai (MMRDA) a commandé, dans le cadre de la réalisation d'un document de

²⁰ Depuis 2010, la DREIF a été intégrée à la Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement d'Île-de-France (DRIEA-Île-de-France).

²¹ En janvier 2012, les résultats de l'Enquête globale de transport 2009-2011 ne sont toujours pas connus.

planification des transports publié en 2008, une enquête de déplacements des ménages, réalisée auprès de 66 000 ménages métropolitains, en 2005-2006, par le cabinet de conseil LEA. Les résultats sont difficiles à obtenir et ceux disponibles ne le sont qu'à un niveau très agrégé. Des informations plus détaillées sur les déplacements des habitants du Grand Mumbai sont disponibles grâce à l'enquête réalisée par la Banque Mondiale, en 2005, auprès de 5 000 ménages (Baker et al, 2005). Nous ajoutons que l'agence de développement de la région métropolitaine avait déjà commandé une première enquête de déplacements des ménages. Cette enquête réalisée en 1979 auprès de 30 000 ménages de la région métropolitaine a été publiée en 1983 dans le document de planification régionale (CRRI, 1983). Par la suite, les résultats de cette enquête ont été actualisés à partir des données de croissance de la population et de la motorisation, lors de la parution du document de planification pour la région en 1994 (WS Atkins, 1994).

Riches en information, ces enquêtes présentent, néanmoins, l'inconvénient de ne s'intéresser qu'aux déplacements que réalisent, en semaine, les résidents des régions métropolitaines. Elles ne tiennent pas compte des déplacements réalisés, le week-end, par les résidents, ni des déplacements réalisés par les touristes et pour la livraison de marchandises (Prud'homme et al, 2005 ; Orfeuil et al, 2006).

2.1 La motorisation

En Île-de-France, la motorisation a crû entre 1976 et 1991. Depuis, la croissance s'est ralentie (DREIF, 2001). Le taux de motorisation est d'environ 430 voitures particulières²² pour 1 000 habitants (INSEE, 2007). C'est moins que la moyenne nationale (496 voitures particulières pour 1 000 habitants).

Dans la région métropolitaine de São Paulo, le taux de motorisation est plus faible. Il a également augmenté entre 1967 et 1997. Puis, il s'est stabilisé. La population et la flotte d'automobiles ont crû au même rythme sur l'ensemble de la période (+16%). Le taux est de 184 voitures particulières pour 1 000 habitants (Metrô, 2007)²³. Il est supérieur à la moyenne nationale (124 voitures particulières pour

²² Nous utilisons le terme de *voiture particulière* comme synonyme d'*automobile*.

²³ Il s'agit du nombre de voitures particulières que les ménages déclarent posséder. Les voitures de fonction, les taxis et les bus ne sont pas comptés. Ces chiffres sont, cependant, plus fiables que ceux

1 000 habitants, CCFA, 2006). Le parc paulistain se distingue par son âge. Les automobiles de plus de 10 ans représentent 41% du parc contre 28% du parc francilien.

Dans la région métropolitaine de Mumbai, le parc automobile est plus modeste. Depuis le lancement de la voiture du peuple, la Maruti, dans les années 1980 (Balakrishnan, 2006, p. 39), il croît rapidement, de 9% par an en moyenne, sur la période 1996-2005 (MMRDA et LEA, 2008). Comme à São Paulo, et dans les pays émergents en général (Ingram et Liu, 1999), le taux de motorisation est plus élevé dans la région métropolitaine de Mumbai que dans le reste du pays. Le taux est de 33 voitures particulières pour 1 000 habitants dans la région métropolitaine (MMRDA et LEA, 2008)²⁴ contre 12 au niveau national (CCFA, 2006). Il reste, néanmoins, deux fois plus petit que celui de la région de Delhi²⁵. Au sein de la région métropolitaine, l'évolution de la motorisation est, comme pour l'évolution démographique, plus forte en périphérie que dans le Grand Mumbai. Cette croissance rapide de la motorisation s'explique par la libéralisation du secteur automobile dans les années 1990 et par l'accroissement et l'enrichissement des classes moyennes urbaines (Charrin, 2007, Saglio-Yatzimirsky, 2002b).

Le tableau ci-dessous présente les taux de motorisation au sein des régions métropolitaines.

Tableau 6 - Taux de motorisation (nombre de voitures particulières pour 1 000 habitants).

	Ensemble	Centre	Banlieue	Périphérie
Île-de-France	430	314	406	500
RMSP (São Paulo)	184	286	173	172
RMM (Mumbai)	33	59	21	27

Sources : INSEE, 2007 ; Metrô, 2007 (seulement le parc appartenant aux ménages) ; MMRDA et LEA, 2008.

Nous remarquons que le taux de motorisation augmente en Île-de-France en fonction de l'éloignement au centre. À l'inverse, dans les régions métropolitaines de São Paulo et de Mumbai, le taux reste plus élevé dans le centre.

donnés par le gouvernement de l'État de São Paulo (Detran-SP). Celui-ci surévalue d'environ 30% le parc en circulation (Vasconcellos, 2007, p. 46 ; Henry, 2008, p. 4).

²⁴ Comme pour São Paulo, le parc automobile comptabilisé par les autorités a tendance à être surévalué d'environ 30% (Mohan et al, 2009).

²⁵ Dans la région de Delhi, on comptait 65 voitures pour 1 000 habitants contre 20 dans la région de Mumbai en 2004 (Mohan et al, 2009).

Nous regardons maintenant la motorisation des ménages métropolitains en fonction de leur localisation résidentielle.

Tableau 7 - Motorisation des ménages (part des ménages possédant au moins une voiture).

	Ensemble	Centre	Banlieue	Périphérie
Île-de-France	68	42	68	84
RMSP (São Paulo)	49	59	47	48
RMM (Mumbai)	n.d	5,4		n.d

Sources : INSEE, 2007 ; Metrô, 2007 ; Baker et al, 2005.

Dans ce tableau, les ménages parisiens apparaissent moins motorisés que les ménages résidant dans le centre étendu de São Paulo.

Le centre étendu de São Paulo est caractérisé par une forte concentration de ménages aisés²⁶. Prenons l'exemple des quartiers de Pinheiros et de Vila Mariana, deux sous-préfectures du centre étendu. 75% des ménages vivant dans ces quartiers sont motorisés. Parmi eux, 29% possèdent au moins deux voitures particulières. Le taux de motorisation et de multi-motorisation des ménages de ces quartiers se rapproche de celui des ménages de grande couronne francilienne (84% des ménages motorisés et 35% des ménages multimotorisés).

À l'inverse, la faible motorisation des Parisiens s'explique par des données de contexte (densité de l'espace et qualité des transports en commun) et par des données démographiques. Les ménages d'une personne et de retraités sont surreprésentés. Or, ces ménages ont moins souvent besoin d'une voiture que les familles avec enfants (Orfeuïl, 2011b).

Ainsi, en Île-de-France, la carte du taux de motorisation révèle « la différence de structure spatiale (...) où la croissance urbaine par étalement de la périphérie entraîne l'accroissement extensif du parc automobile. Au contraire, dans la région de São Paulo, la motorisation reflète d'abord la répartition spatiale des populations aisées, lesquelles sont concentrées dans le noyau dense de l'agglomération » (Henry et Hubert, 2002, p. 321).

Bien que l'enquête de déplacements des ménages de la MMRDA ne livre que des informations lacunaires à ce sujet, nous supposons que la situation de Mumbai est

²⁶ Un ménage est considéré comme aisé lorsqu'il gagne plus de 5 700 réais par mois (environ 2 500 euros, conversion avril 2011). 42% des ménages de ces deux sous-préfectures et 7% des ménages métropolitains sont aisés (Metrô, 2007).

assez proche de celle de São Paulo. Le taux de motorisation est plus élevé dans la ville insulaire que dans le reste de la région métropolitaine, car les ménages aisés sont plus nombreux à y résider. Selon l'enquête produite par la Banque Mondiale, seuls 5,4% des ménages du Grand Mumbai sont motorisés. Mais 45% des ménages aisés²⁷ possèdent une voiture (Baker et al, 2005, p. 33).

Cette croissance de la motorisation entraîne-t-elle, dans ces régions, une croissance de la mobilité en général, et de la mobilité automobile en particulier, qui susciterait la congestion des réseaux ?

2.2 Les déplacements quotidiens dans les régions métropolitaines

Nous comparerons d'abord les déplacements quotidiens au sein des régions métropolitaines et entre les régions (2.2). Pour cela, nous avons recours à sept indicateurs différents. Il s'agit :

- a) du volume,
- b) de la répartition selon les modes,
- c) de la répartition selon les motifs,
- d) des distances parcourues,
- e) de la portée,
- f) de la durée,
- g) de la géographie des déplacements.

Puis nous nous intéresserons à la mobilité individuelle (2.3), autrement dit aux déplacements que réalise en moyenne un habitant de ces régions, un jour de semaine.

Les mobilités sont-elles semblables d'une région à l'autre ? Quels facteurs permettent de comprendre les mobilités métropolitaines ?

²⁷ Un ménage est considéré comme aisé dans l'enquête menée par la Banque mondiale (Baker et al, 2005) et dans l'enquête commandée par la MMRDA (MMRDA et LEA, 2008) quand son revenu mensuel est supérieur à 20 000 roupies par mois (plus de 300 euros, conversion avril 2011). Les ménages aisés représentent 6% des ménages du Grand Mumbai (Baker et al, 2005) et 4% des ménages métropolitains (MMRDA et LEA, 2008).

a) Volume des déplacements

Tableau 8 - Volume des déplacements journaliers.

	Déplacements par jour tous modes (en millions)	Déplacements par jour en voiture particulière (en millions)
Île-de-France	35	15,5
RMSP (São Paulo)	38,1	10,4
RMM (Mumbai)	34,3*	2,9

*Pour une estimation de 20,8 millions d'habitants en 2005 (MMRDA et LEA, 2008).

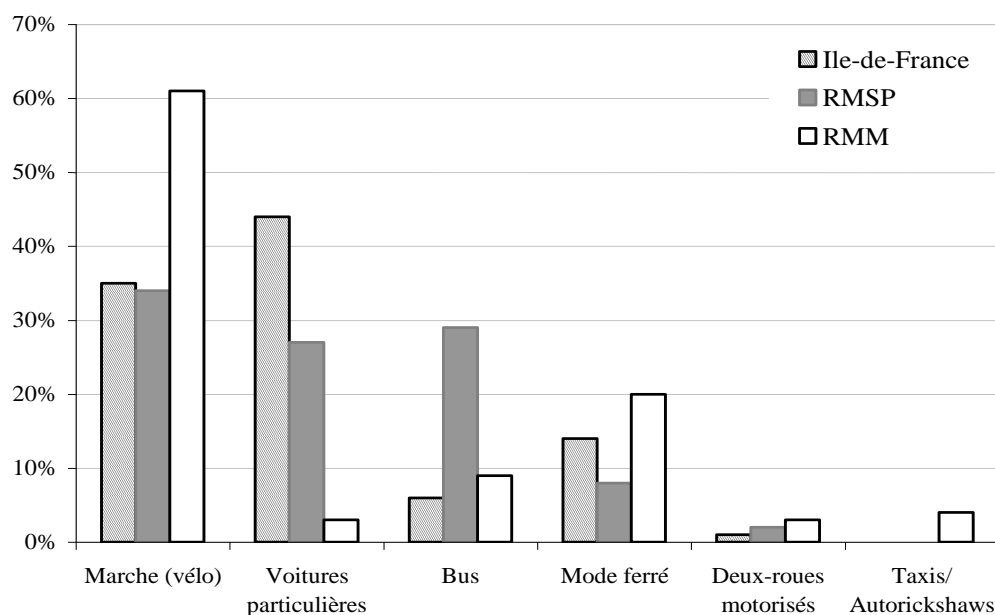
Sources : DREIF, 2001 ; Metrô, 2007 ; MMRDA et LEA, 2008.

À la lecture du tableau, le volume des déplacements journaliers, tous modes confondus, apparaît du même ordre de grandeur dans les trois régions métropolitaines, alors que les régions de São Paulo et Mumbai sont presque deux fois plus peuplées que l'Île-de-France²⁸. Ce qui signifie, nous le verrons par la suite, qu'en moyenne les Franciliens se déplacent plus que les Paulistains et les Mumbaikars.

Néanmoins, les déplacements journaliers réalisés en voiture particulière sont une fois et demie plus nombreux en Île-de-France que dans la région de São Paulo et cinq fois plus que dans la région de Mumbai.

b) Partage modal

Figure 10 - Répartition des déplacements selon les modes.



Sources : DREIF, 2001 ; Metrô, 2007 ; MMRDA et LEA, 2008.

²⁸ Au moment de la réalisation de ces enquêtes.

Nous décrivons le graphique précédent, mode par mode.

Part de la marche²⁹

En Île-de-France, la marche est dépassée par la voiture particulière depuis 1983 (35% des déplacements à pied contre 44% en voiture en 2001).

Dans les régions de São Paulo et de Mumbai, elle demeure le principal mode de déplacement (respectivement 34% et 61% des déplacements).

Part de la voiture particulière

En Île-de-France, la voiture est le principal mode de déplacement depuis les années 1980, devant la marche et les modes ferrés (train, RER et métro).

Dans la région de São Paulo, entre 1997 et 2007, le nombre de déplacements en voiture a augmenté moins vite (+3,5%) que le parc automobile (+13%) et le nombre d'habitants (+15%).

À l'inverse, dans la région de Mumbai, la forte croissance du parc automobile et de deux-roues motorisé entraîne une hausse des déplacements en véhicules individuels plus importante que les estimations prévues par l'enquête de 1994 (WS Atkins, 1994). La part des déplacements en voiture et en deux-roues motorisé passe de 7% à 14% des déplacements motorisés alors que les estimations pour 2011 étaient de 9%. Par ailleurs, l'enquête de la MMRDA reconnaît sous-estimer une partie de cette hausse, en ne comptabilisant que les déplacements dont la voiture est le mode principal en semaine. En effet, une partie des Mumbaikars motorisés utilisent la voiture seulement le week-end ou comme mode de rabattement³⁰ vers les gares³¹ (MMRDA et LEA, 2008, p 223).

²⁹ La part du vélo reste faible : 1% des déplacements en Île-de-France et dans la région de São Paulo et 2% dans la région de Mumbai.

³⁰ Dans les enquêtes de déplacements des ménages, lorsque plusieurs modes sont utilisés au cours d'un même déplacement, c'est le mode le plus « lourd » qui est compté, selon la hiérarchie suivante : transport collectif (ferré puis bus), voiture, deux-roues, marche à pied. Si une personne se rend à son travail en train après avoir marché jusqu'à la gare, son déplacement sera compté comme un déplacement en train.

³¹ En Île-de-France, le rabattement vers les gares en voiture concerne 8% des déplacements ayant pour origine la grande couronne.

Part des transports en commun (bus et mode ferré)

En Île-de-France, la part des transports en commun reste stable depuis 1976. 20% des déplacements sont réalisés en transports en commun dont 14% en modes ferrés (métro, RER et train de banlieue) et 6% en bus.

Dans la région de São Paulo, la part du bus (29%) domine celle de la voiture particulière (27%). Le métro et le train de banlieue ne participent que pour 8% des déplacements.

Dans la région de Mumbai, le train est, après la marche, le second mode de déplacements (20%). Sa part continue d'augmenter (de 46% à 51% des déplacements motorisés entre 1994 et 2008). Le bus ne réalise plus que 9% des déplacements. Sa part a presque chuté de moitié depuis 1994³².

Part du deux-roues motorisé

En Île-de-France, l'avantage du deux-roues motorisé ne se reflète pas dans sa part modale (1%), car ce mode a été dévalorisé depuis l'essor de l'automobile dans les années 1960 et le retour en grâce des transports publics dans les années 1970 (Orfeuil et al, 2006). Pourtant, le nombre de déplacements en deux-roues motorisé, à Paris notamment, a explosé durant la dernière décennie. La part des deux-roues motorisés dans la composition du trafic est ainsi passée de 10% à 17% entre 2001 et 2009 (Mairie de Paris, 2011 ; Kopp, 2011).

La région métropolitaine de São Paulo connaît aussi une forte hausse des déplacements en deux-roues motorisé depuis la fin des années 1980, passant de 0,3% des déplacements en 1997 à 2% en 2007³³. Avant la fin des années 1980, le deux-roues motorisé était considéré comme un véhicule sportif. Depuis, il est devenu un mode de déplacement quotidien pour les classes moyennes et populaires (Vasconcellos, 2011b). L'enquête du Metrô (2007), interrogeant seulement les résidents, sous-estimerait de 2 à 3 millions le nombre réel de déplacements en deux-roues, car ce mode serait utilisé, dans 65% des cas, pour des motifs commerciaux (Vasconcellos, 2005b, voir chapitres 4 et 7).

³² En complément de l'enquête de 1994 réalisée par WS Atkins, nous nous référons aussi à l'article écrit par Murthy et Viswanath en 2006.

³³ Dans la région de São Paulo, le parc de deux-roues motorisés est passé de 50 000 en 1990 à 527 000 en 2007 (Vasconcellos, 2011b).

Dans la région de Mumbai, la part du deux-roues motorisé est équivalente à celle de la voiture particulière (3%). Le deux-roues motorisé peut être vu comme une étape dans le processus de motorisation (Gwilliam, 2002, p. 6)³⁴.

*Part des transports publics intermédiaires (taxis et autorickshaws)*³⁵

En Île-de-France et dans la région de São Paulo, la part du taxi dans les déplacements quotidiens des habitants est insignifiante, respectivement 0,3% et 0,4% des déplacements. Il est possible que la place du taxi soit sous-évaluée, car les enquêtes de déplacements des ménages ne comptabilisent pas les déplacements des non-résidents en voyage de tourisme ou d'affaires³⁶.

Dans la région de Mumbai, les taxis sont principalement concentrés dans la ville insulaire. Les triporteurs motorisés, appelés *autorickshaws*, ne se trouvent qu'en banlieue et en périphérie où ils ont le droit de circuler. Taxis et *autorickshaws* réalisent 4% des déplacements. C'est plus que la part de la voiture particulière (3%). Leur part augmente depuis 1994 (de 5 à 10% des déplacements motorisés).

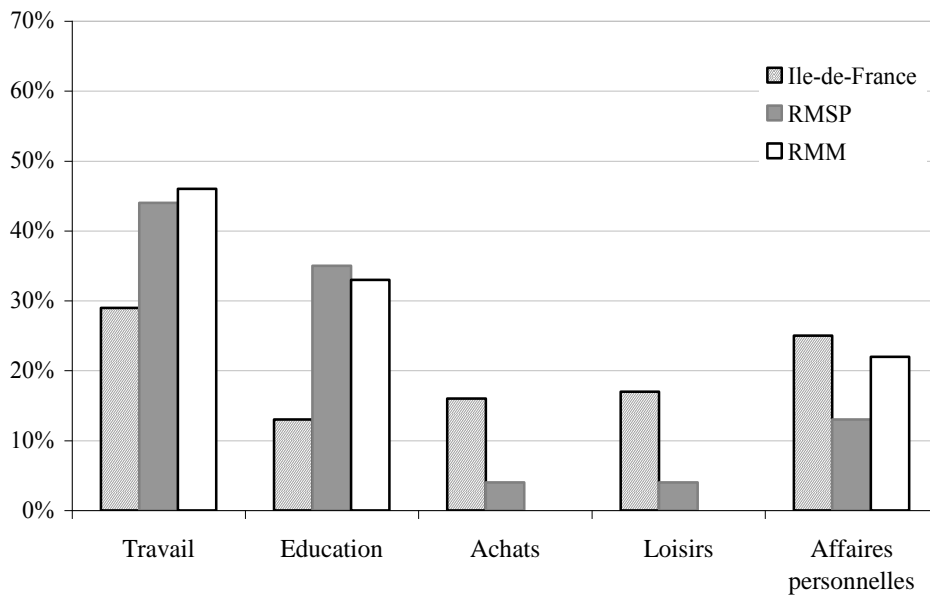
³⁴ Dans la région de Mumbai, le parc des deux-roues motorisés croît plus vite que le parc d'automobiles (11% de croissance sur la période 1996-2005 contre 9% pour les voitures particulières). 1,3 millions de deux-roues motorisés sont recensés en 2005 contre 520 000 en 1996. Comme pour les automobiles, la croissance se concentre davantage en périphérie que dans le Grand Mumbai (en 1997, 58% du parc se trouvait dans le Grand Mumbai ; il tombe à 49% en 2005). Cette croissance s'explique par un réseau de transports en commun moins bien développé en périphérie. Par ailleurs, le deux-roues prend des parts de marché au bus dans les courts trajets de rabattement vers les gares. Il est concurrencé par l'*autorickshaw* dans les banlieues du Grand Mumbai (MMRDA et LEA, 2008).

³⁵ Le parc des taxis est plus petit en Île-de-France (17 000 taxis à Paris et en petite couronne selon la Préfecture de Police de Paris) et dans la région métropolitaine de São Paulo (33 000 taxis, Metrô, 2007) que dans la région de Mumbai où 190 000 taxis et *autorickshaws* sont comptabilisés dont 45 000 taxis de place jaunes et noirs et 110 000 *autorickshaws* (Datar, 2010 ; Balakrishnan, 2006).

³⁶ Nous nous référons à l'enquête internationale sur les publics du taxi (IVM et GfK, 2007).

c) Motifs de déplacements

Figure 11 - Répartition des déplacements selon le motif.



Sources : DREIF, 2001 ; Metrô, 2007 ; MMRDA et LEA, 2008.

Nous décrivons le graphique précédent en commençant pour les motifs « travail » et « éducation » pour conclure sur les motifs privés.

La part des déplacements contraints (travail et éducation)

Le travail demeure le principal motif de déplacement en Île-de-France et dans les régions de São Paulo et de Mumbai, respectivement 29%, 44% et 46% des déplacements.

L'éducation apparaît comme le second motif de déplacement dans les régions métropolitaines de São Paulo (35%) et de Mumbai (33%). Ce n'est pas le cas en Île-de-France où le motif éducation ne représente que 13% des déplacements. Cette différence s'explique, en partie, par une population plus âgée.

Quels modes les habitants de ces régions utilisent-ils pour se rendre au travail ? En Île-de-France, les déplacements domicile-travail sont principalement réalisés en voiture (42%), puis en transports en commun (27%).

Dans la région de São Paulo, les actifs utilisent autant la voiture (30%) que le bus (31%).

Dans la région de Mumbai, la marche (40%) puis le train (37%) sont les modes dominants. La voiture ne représente que 2% des déplacements domicile-travail. C'est autant qu'en vélo (2%) mais moins qu'en deux-roues motorisés (5%).

La part des déplacements pour motifs privés (achats, loisirs, affaires personnelles)

En Île-de-France, la part des déplacements pour motifs privés dépasse la part des déplacements contraints. Elle représente 58% des déplacements. Dans les régions de São Paulo et de Mumbai, l'inverse se produit. Les déplacements non contraints représentent seulement un cinquième des déplacements (respectivement 21% et 22%). Nous précisons que les enquêteurs à Mumbai ont classé les déplacements en trois grandes catégories de motifs : travail, éducation et autre (MMRDA et LEA, 2008, p. 74). Dans le graphique, nous avons associé l'ensemble des déplacements pour motif *autre* au motif *affaires personnelles*.

En Île-de-France, la voiture est le mode dominant pour les motifs privés (60%). C'est aussi le cas dans la région de São Paulo où 40% des déplacements non contraints sont réalisés en voiture. Dans la région de Mumbai, les parts modales de la voiture et du deux-roues motorisé augmentent pour les déplacements professionnels et pour les déplacements pour loisirs. Cela traduit le fait que ces déplacements sont plus souvent réalisés par des ménages aisés (Baker et al, 2005, p. 19).

d) Distances parcourues

Tableau 9 - Distances parcourues en millions de kilomètres.

	Tous modes	En voiture conducteur	En voiture passager	En train et métro	En bus
Île-de-France	166	82	17	51	6
RMSP (São Paulo)	224	48	16	51	83
RMM (Mumbai)	250	12		184	23

Sources : DREIF, 2001 ; Metrô, 2007 ; MMRDA et LEA, 2008.

La lecture de ce tableau souligne que dans les trois régions, l'ensemble des usagers de l'automobile parcourt plus de kilomètres qu'il ne réalise de déplacements. En Île-de-France, les 44% des déplacements réalisés en voiture représentent 58% des kilomètres parcourus. L'écart est moins important dans les régions de São Paulo et de

Mumbai mais il mérite attention. Les déplacements en voiture représentent 27% des déplacements pour 29% des distances parcourues dans la région de São Paulo et 3% des déplacements pour 5% des distances parcourues dans celle de Mumbai.

Quelle est l'évolution des distances parcourues en voiture ?

En Île-de-France, le nombre de kilomètres parcourus en voiture a quasiment doublé entre 1976 et 2001 alors que la part des déplacements réalisés en voiture n'est passée que de 32% à 44%. Depuis 1991, la hausse des distances parcourues s'est néanmoins atténuée. Concernant les transports en commun, les distances parcourues ont augmenté de 25% depuis 1976. La hausse des distances parcourues en transports en commun s'explique par la croissance démographique. En revanche, le quasi-doublement des distances parcourues en voiture tient à la hausse de la fréquence de l'usage de la voiture (Courel, 2007).

Dans la région de São Paulo, la situation est autre. Nous observons une baisse de 10% environ de l'ensemble des distances parcourues entre 1997 et 2007 alors que le nombre des déplacements tous modes confondus a progressé de 20%. Les distances parcourues à pied ont légèrement augmenté. Elles sont restées presque stables en transports en commun. Mais elles ont baissé d'un tiers en voiture et en deux-roues motorisé. Sur la même période, le nombre total d'heures passées à se déplacer a crû de près de 30% (de 18 à 25 millions d'heures). Les hausses sont particulièrement élevées pour les transports en commun (+50%) et notables pour la voiture et le deux-roues motorisé (+30%). Précédemment, nous avons déjà remarqué que la hausse du nombre de déplacements en voiture était inférieure à la croissance du parc automobile et de la population.

Comment expliquer qu'en dix ans les distances parcourues en voiture dans la région de São Paulo ont fortement baissé et le temps passé à se déplacer a augmenté ? Or, sur la même période, le volume des déplacements est demeuré quasi-constant et le parc automobile a crû. De même, comment expliquer que le nombre d'heures passées à se déplacer en transports en commun, et principalement en bus, a augmenté de 50% alors que le volume de déplacements en transports en commun et les distances parcourues par ces mêmes modes sont restés quasiment stables ? Est-ce dû à une forte baisse des vitesses et donc à une dégradation des conditions de circulation ? Nous le verrons au chapitre suivant.

Dans la région de Mumbai, les distances parcourues en train ont augmenté d'environ 10% entre 1994 et 2008. Les distances parcourues en bus ont baissé d'un quart. Les distances parcourues en voiture et en deux-roues motorisé ont peu augmenté.

e) Portée des déplacements

La portée d'un déplacement désigne la distance à vol d'oiseau entre l'origine et la destination du déplacement. Le tableau ci-après présente les portées moyennes par mode.

Tableau 10 - Portée moyenne d'un déplacement en kilomètres (distance à vol d'oiseau).

	Tous modes	En voiture particulière	En transports en commun	En deux-roues motorisé	A pied
Île-de-France	4,8	6,4	8,7	7,2	0,6
RMSP (São Paulo)	5,9	6,6	9,6	8	1,4
RMM (Mumbai)	4,3*	12 / 5,7*	23,8 / 14,7* (train)	6 / 3,7*	1,4 / 1,6*
<i>*Grand Mumbai</i>			8,9 / 4,6* (bus)		

Sources : DREIF, 2001 ; Metrô, 2007 ; MMRDA et LEA, 2008 ; * Baker et al, 2005.

Le tableau montre une portée moyenne des déplacements en transports en commun plus longue qu'en voiture dans les trois régions. Cela explique pourquoi les transports en commun pèsent plus lourd dans le total des distances parcourues que dans le volume des déplacements. Cette différence de portée souligne que les transports en commun sont utilisés pour parcourir des distances longues, probablement des trajets radiaux, depuis la banlieue ou les périphéries vers les espaces centraux.

Dans les trois régions, la voiture est utilisée pour parcourir des trajets relativement courts, de 6 à 7 kilomètres de portée en moyenne.

Nous notons que dans la région de Mumbai, la portée moyenne en voiture a baissé (de 14,2 à 12 kilomètres), ce que l'enquête de 1994 avait prévu. Mais la portée moyenne en train a augmenté (de 22,1 à 23,8 kilomètres). Or, l'enquête avait envisagé l'inverse (estimation pour 2011 d'une portée de 17,7 kilomètres) (WS Atkins, 1994). L'augmentation du nombre et de la portée des déplacements en train ainsi que des distances parcourues traduit l'étalement urbain et l'éloignement croissant entre lieu de résidence et lieu de travail pour une partie importante de la population active mumbaïkar.

Le nombre de déplacements en voiture multiplié par la portée donne le nombre total de kilomètres parcourus en voiture. Cela constitue la charge du réseau. À linéaire constant de réseau, une charge croissante induit une occupation³⁷ croissante du réseau. Nous nous demandons alors si une forte augmentation des distances parcourues entraîne une occupation croissante du réseau jusqu'à atteindre le point critique à partir duquel le trafic est congestionné. Cela expliquerait pourquoi, en Île-de-France, la hausse des distances parcourues en voiture s'atténue depuis les années 1990, au moment où les pouvoirs publics cessent de construire massivement des routes. Cela expliquerait aussi pourquoi les distances parcourues en voiture dans la région de São Paulo ont fortement baissé. Cette diminution serait nécessaire pour rétablir un taux d'occupation du réseau en deçà du seuil critique de congestion, face à un linéaire de réseau qui, malgré ses agrandissements successifs, ne suffit pas à contrer l'augmentation de la demande automobile³⁸.

f) Durée des déplacements

Tableau 11 - Durée moyenne d'un déplacement en minutes.

	Tous modes	En voiture particulière	En transports en commun	En deux-roues motorisé	À pied
Île-de-France	24	22	45	21**	14
RMSP (São Paulo)	39	33	67	28	16
RMM (Mumbai)	25*	29*	58 (train)*	21*	13*
Grand Mumbai	31 (travail) 19 (éducation)		38 (bus)		

**Il s'agit de la durée d'un déplacement en deux-roues, qu'il soit motorisé ou non.

Sources : DREIF, 2001 ; Metrô, 2007 ; MMRDA et LEA, 2008 ; * Baker et al, 2005.

En Île-de-France, le temps passé à se déplacer en voiture (22 minutes) et en transports en commun (45 minutes) est resté le même depuis 1976. L'écart entre la durée moyenne d'un déplacement en voiture et d'un déplacement en transports en commun s'explique par les vitesses de déplacement. La vitesse d'un déplacement en voiture en Île-de-France est, en moyenne, supérieure de 50% à celle d'un déplacement

³⁷ L'occupation est un ratio entre, au numérateur, le linéaire couvert par des véhicules à un instant donné, et, au dénominateur, le linéaire total du réseau, en distinguant les files de circulation.

³⁸ D'autant plus que les ménages paulistains en cours de motorisation sont des ménages plus modestes, qui habitent en banlieue et non pas dans le centre étendu, comme les ménages aisés. La majorité des emplois se concentrant encore dans le centre étendu, leur portée de déplacement est plus grande.

en transports en commun. Les transports en commun sont surtout utilisés quand leur écart de vitesse avec la voiture est faible. C'est le cas des déplacements dans Paris ou les déplacements radiaux vers Paris (Orfeuil, 2011b).

Dans la région de São Paulo, la durée moyenne d'un déplacement en voiture est plus longue (31 minutes). Elle a augmenté de 30% en vingt ans. Cette augmentation des temps de parcours touche aussi les transports en commun.

Un Mumbaïkar met en moyenne 31 minutes pour se rendre à son travail, un peu moins qu'un Francilien (34 minutes).

g) Géographie des déplacements

Tableau 12 - Répartition des déplacements en fonction de l'origine et de la destination (en %).

Modes	Centre	Banlieue	Périphérie	Centre-banlieue	Centre-périphérie	Banlieue-périphérie
Île-de-France						
Tous modes	19%	28%	36%	8%	3%	6%
TC	28%	18%	13%	24%	10%	7%
VP	6%	26%	49%	7%	3%	10%
VP/(TC+VP)	31%	76%	89%	39%	36%	76%
RMSP (São Paulo)						
Tous modes	12%	41%	25%	15%	4%	4%
TC	8%	34%	21%	26%	6%	6%
VP	16%	34%	25%	16%	4%	5%
VP/(TC+VP)	60%	45%	49%	33%	38%	43%
RMM (Mumbai)						
Tous modes	14%	37%	34%	8%	3%	4%
Modes mécanisés*	12%	31%	23%	17%	7%	10%

*Nous ne disposons pas des données désagrégées sur les liaisons en voiture (VP) et en transports en commun (TC) pour la région de Mumbai.

Sources : DREIF, 2001 ; Metrô, 2007 ; MMRDA et LEA, 2008.

En Île-de-France, l'origine et la destination des déplacements ont évolué de manière significative depuis 1976. Les déplacements internes à Paris ont baissé alors que ceux internes à la grande couronne ont explosé, en particulier les déplacements en automobile qui ont triplé. Cette modification de la géographie des déplacements s'explique par le desserrement des lieux de résidence et d'emploi. Ainsi, comme l'indique le tableau ci-dessus, près de la moitié des déplacements en 2001 ont une origine et/ou une destination en grande couronne. C'est le cas pour 62% des déplacements en voiture. Cette modification de la géographie des déplacements a un

impact sur le système de transport public. Celui-ci ne capte qu'une part faible des déplacements quand ils ne sont pas internes à Paris ou en liaison avec Paris.

Dans la région de São Paulo, les déplacements en voiture restent dominants parmi les déplacements motorisés dans le centre étendu. Les liaisons avec le centre étendu sont majoritairement réalisées en transports en commun.

Dans la région de Mumbai, 60% des déplacements ont une origine et une destination dans le Grand Mumbai. En 1983, cela représentait près de 90% des déplacements (CRRI, 1983). Cela reflète l'évolution de la population qui s'étend en périphérie. Les modes mécanisés sont alors deux fois plus sollicités pour réaliser les liaisons vers le centre.

En conclusion, à partir de l'analyse des sept indicateurs caractérisant les déplacements quotidiens dans les trois régions, trois tendances principales se détachent :

- Malgré la croissance des modes motorisés, la marche demeure le principal mode de déplacement dans les régions de São Paulo et de Mumbai, et le second en Île-de-France, derrière la voiture.
- En Île-de-France et dans la région de São Paulo, la répartition modale est plutôt équilibrée entre la voiture et les transports en commun (le rail dans le cas francilien et le bus dans le cas paulistain). La voiture domine en périphérie francilienne et dans le centre étendu paulistain.
- Dans les régions de São Paulo et de Mumbai, la croissance de la motorisation n'entraîne pas une hausse équivalente de l'usage de la voiture, comme cela a pu être le cas en Île-de-France.

Ce dernier point est surprenant. S'expliquerait-il par une offre viaire insuffisante pour répondre à la demande croissante ? La congestion créée par cette inéquation entre l'offre et la demande entraînerait-elle une modification du comportement des automobilistes qui utiliseraient moins leur voiture que la croissance de la motorisation le laisserait penser ? Autrement dit, les automobilistes mettraient-ils en place des stratégies d'adaptation à la congestion, en renonçant, en partie, à l'usage automobile, ce qui pourrait, à terme, menacer la permanence du système automobile ? Ces interrogations sur l'adaptation des ménages motorisés à la congestion feront l'objet de la troisième partie de la thèse.

Avant de se pencher sur l'analyse de la circulation dans ces régions (chapitre 4), nous terminons ce chapitre par l'examen de la mobilité individuelle des habitants de ces régions.

2.3 La mobilité quotidienne des ménages métropolitains

L'étude des déplacements offre une vision générale de la mobilité des habitants métropolitains. Comment traduire cette analyse à l'échelle individuelle ? Nous déclinons l'analyse de la mobilité individuelle en cinq dimensions (Massot et Orfeuil, 2005, p. 6) :

- a) l'interaction sociale,
- b) l'interaction spatiale,
- c) l'intensité d'usage des modes,
- d) la capacité d'organisation des individus,
- e) le coût de la mobilité individuelle.

Nous prenons soin, chaque fois que cela est possible, de différencier la mobilité en général de la mobilité automobile.

a) L'interaction sociale

L'interaction sociale exprime les besoins individuels de co-présence hors du domicile (Massot et Orfeuil, 2005, p. 6). Il est possible de mesurer l'interaction sociale en nombre de déplacements réalisés par jour par habitant.

Tableau 13 - Nombre de déplacements par jour par habitant.

	Tous modes	Modes mécanisés (hors marche)	Voiture particulière (*et deux-roues motorisé)
Île-de-France	3,5	2,31	1,54
RMSP (São Paulo)	1,95	1,29	0,58*
RMM (Mumbai)	1,65	0,65	nd

Sources : DREIF, 2001 ; Metrô, 2007, MMRDA et LEA, 2008.

Comme l'indique le tableau ci-dessus, un Francilien réalise en moyenne 3,5 déplacements par jour. Ce nombre de déplacements est constant depuis 1976. La part des déplacements en modes mécanisés³⁹ a légèrement augmenté, passant de 2,04 à 2,31. Cette augmentation est due à un usage plus important de la voiture (de 1,13 à 1,54 déplacements par jour). L'usage des autres modes mécanisés reste stable.

³⁹ Les modes mécanisés recouvrent l'ensemble des modes de transport, à l'exception de la marche. Les modes motorisés regroupent les modes équipés d'un moteur (à savoir : la voiture particulière, les deux et trois-roues motorisés, le bus, les modes ferrés).

Dans la région métropolitaine de São Paulo, la mobilité individuelle quotidienne diminue entre 1967 et 1997. Puis elle augmente à nouveau. Un Paulistain réalise en moyenne 1,95 déplacements par jour dont 1,3 en modes mécanisés. C'est près de deux fois moins qu'un Francilien.

Dans la région métropolitaine de Mumbai, le nombre moyen de déplacements réalisés par jour par personne est légèrement moins élevé que dans la région de São Paulo. Un Mumbaïkar réalise 1,65 déplacements par jour et moins d'un déplacement en modes mécanisés.

Cet indice de mobilité individuelle recouvre des « écarts de mobilité » (Vasconcellos, 2005b) au sein des régions métropolitaines. Ces écarts peuvent être spatiaux ou sociaux.

En Île-de-France, l'écart de mobilité est plutôt spatial. À Paris, les gens se déplacent un peu plus (3,61 déplacements). Mais ils utilisent moins la voiture (0,65 déplacements en voiture) qu'en petite et grande couronnes.

Dans la région de São Paulo, l'écart de mobilité est plutôt social. Un Paulistain appartenant à un ménage aisé réalise en moyenne 2,69 déplacements par jour dont 1,85 en voiture. Un Paulistain appartenant à un ménage pauvre⁴⁰ réalise seulement 1,53 déplacements (dont 0,17 en voiture). Ainsi, plus les revenus sont élevés, plus la mobilité individuelle est importante et devient comparable à celle d'Île-de-France.

Dans la région de Mumbai, l'écart de mobilité est également social, mais il tient plutôt au choix modal qu'au nombre de déplacements journaliers. Un actif appartenant à un ménage aisé réalise 2,15 déplacements par jour alors qu'un actif appartenant à un ménage pauvre⁴¹ en réalise 2,01 (Baker et al, 2005, p. 19). L'actif riche réalise davantage ses déplacements en voiture (ou en deux-roues motorisé s'il est moins riche) que l'actif pauvre, la hausse des revenus entraînant la motorisation. L'écart de mobilité est aussi spatial. Les municipalités très urbanisées de la région métropolitaine ont un indice de mobilité mécanisée plus élevé, à l'instar de la ville insulaire (1,1 déplacements mécanisés par jour par personne). À l'inverse, les espaces

⁴⁰ Un ménage est considéré comme pauvre lorsque son revenu mensuel est inférieur à 760 réais par mois (environ 335 euros, conversion avril 2011). 13% des ménages métropolitains sont pauvres (Metrô, 2007).

⁴¹ Un ménage est considéré comme pauvre quand son revenu mensuel est inférieur à 5 000 roupies par mois (environ 77 euros, conversion avril 2011). Les ménages pauvres représentent 27% des ménages du Grand Mumbai (Baker et al, 2005) et 43% des ménages métropolitains (MMRDA et LEA, 2008).

les plus ruraux de la région métropolitaine dépendent surtout de la marche (0,1 déplacement mécanisé par jour par personne).

b) L'interaction spatiale

À l'interaction sociale s'ajoute l'interaction spatiale qui rend compte de l'intensité spatiale et de la taille de l'espace fréquenté. Elle est appréhendée par la distance totale parcourue par jour par habitant (Massot et Orfeuil, 2005, p. 6).

Un Francilien parcourt en moyenne 17 km par jour (DREIF, 2001). C'est 4 kilomètres de plus qu'en 1976. Les distances parcourues par un habitant de grande couronne francilienne (22 km par jour) sont plus longues que celles parcourues par un habitant de petite couronne (13,5 km par jour) ou par un Parisien (11 km par jour). Ainsi, à mobilité constante et grâce aux gains de vitesse permis par l'usage de l'automobile, le territoire fréquenté par les Franciliens, et en particulier par les habitants de grande couronne, s'est agrandi en 25 ans.

Un Paulistain parcourt en moyenne 11,5 km par jour (Metrô, 2007). C'est moins qu'un Francilien. Cela est peu surprenant, car ceux qui se déplacent beaucoup habitent et travaillent dans le centre étendu. Ce sont les mêmes qui utilisent, le plus, la voiture. Ils réalisent des nombreux déplacements mais sur des distances plus courtes. Par contre, pour la majorité des habitants des périphéries qui se déplacent en bus, la distance parcourue dans la journée a augmenté (WBCSD, 2009, p. 73).

Un Mumbaïkar parcourt un peu près la même distance journalière qu'un Paulistain, soit 12 kilomètres par jour. Néanmoins, les actifs des ménages aisés parcourent de plus longues distances et passent également plus de temps à se déplacer (Baker et al, 2005, p. 13).

c) L'intensité d'usage des modes

L'intensité d'usage des modes reflète leur compétitivité du point de vue de l'individu. M.-H. Massot et J.-P. Orfeuil (2005) proposent un traitement du point de vue du chaînage.

En Île-de-France, si une personne utilise sa voiture au moins une fois dans la journée, alors 95% de ses déplacements sont réalisés en voiture (Massot et Orfeuil, 2005, p. 7). Le train reste, néanmoins, compétitif pour les ménages motorisés franciliens lorsqu'ils doivent réaliser des déplacements radiaux vers ou depuis Paris.

Dans la région de São Paulo, 35% des déplacements en voiture sont des déplacements chaînés, l'origine ou la destination n'étant pas le domicile. Lorsqu'un ménage acquiert pour la première fois une voiture, 40% des déplacements du ménage sont réalisés en voiture (WBCSB, 2009, p 67).

Dans la région de Mumbai, la situation n'est pas si évidente. La voiture est souvent considérée comme un « taxi privé » (MMRDA et LEA, 2008) où la présence fréquente d'un chauffeur permet au propriétaire de prendre le train s'il doit être ponctuel à un rendez-vous (entretiens qualitatifs, voir chapitre 8). Le train demeure attractif pour les ménages motorisés. Ainsi, les ménages aisés réalisent 20% de leurs déplacements en train. C'est autant qu'en deux-roues motorisé mais un peu moins qu'en voiture (24%) (Baker et al, 2005, p.15).

d) La capacité d'organisation des individus : les accès aux modes entre localisations résidentielles et niveaux de revenus

La compétitivité des modes s'explique en partie par l'accès à ceux-ci.

En Île-de-France, l'accès aux modes de transport est principalement conditionné par la localisation résidentielle et, dans une moindre mesure, par les revenus.

De fait, l'achat d'une automobile est devenu accessible à une part importante des ménages franciliens. La détention du permis de conduire tend également à se banaliser. En 2007, 81% de la population française de 18 ans ou plus le détient contre 42% en 1967 (URF, 2010).

Bien que les cadres franciliens aient un taux de motorisation plus élevé que les employés et les ouvriers, nous observons un nivellement des pratiques de mobilité entre les catégories de salariés. Ainsi, un actif francilien, quelle que soit sa catégorie sociale, met en moyenne 40 minutes pour parcourir les 14 kilomètres que le séparent de son lieu de travail (Wenglenski, 2006). La ségrégation résidentielle de l'Île-de-France contrevient certainement à l'effet de la richesse. Les ouvriers résident davantage que les autres professions en grande couronne où l'usage de la voiture est requis (Courel, 2007).

Les ménages non motorisés qui résident dans les territoires périurbains franciliens les plus dépendants de l'automobile sont les ménages métropolitains les plus fortement marginalisés. Leur nombre diminue, car ces ménages s'équipent ou déménagent vers les centres urbains (Motte-Baumvol, 2007). Néanmoins, la

généralisation de la motorisation pourrait entraîner les ménages pauvres périurbains dans la dépendance automobile où la voiture deviendrait l'unique mode de déplacement dans ces espaces, à l'instar de ce qui se passe en Angleterre ou aux États-Unis (Coutard et al, 2002, p. 26).

Par ailleurs, lorsque nous regardons les résultats nationaux de l'Enquête nationale Transports et Déplacements 2007-2008 concernant la répartition des déplacements par mode en fonction du revenu, nous remarquons que la courbe des kilomètres parcourus en transports en commun en fonction du revenu des ménages est une courbe en U. Cela signifie que la part des kilomètres parcourus en transports en commun est élevée pour les ménages pauvres et riches, mais qu'elle est faible pour ceux dont le revenu est dans la moyenne. La courbe s'inverse lorsqu'il s'agit des kilomètres parcourus en voiture (Prud'homme, 2010, d'après ENTD 2007-2008).

Dans la région de São Paulo, l'accès aux modes de transport reste conditionné par les revenus, car le décollage de la motorisation suppose une croissance substantielle du revenu des habitants (Hubert et Madre, 2002, p. 41). Les plus pauvres marchent ou ne se déplacent pas. Lorsqu'ils sont un peu moins pauvres, ils prennent le vélo (assez peu), le train, le bus, ou, de plus en plus, le deux-roues motorisé, souvent meilleur marché que le bus⁴². Cela est particulièrement vrai pour ceux qui travaillent dans le secteur informel et qui ne bénéficient pas du remboursement d'une partie des frais de transport par leur employeur (Vasconcellos, 2005b). Les classes moyennes et aisées utilisent la voiture (Metrô, 2007).

Les pouvoirs publics brésiliens encouragent fortement l'accès à la voiture et, plus récemment, au deux-roues motorisé. Les coûts d'usage d'une automobile restent bon marché, d'autant que les prix réels de l'essence et plus encore de l'éthanol sont en baisse depuis les années 1980. S'ajoutent des instruments fiscaux qui favorisent l'achat d'une automobile : des prêts de longue durée (jusqu'à sept ans) et des consortiums facilitant le remboursement des prêts à ses membres (Vasconcellos, 2005b). L'État fédéral a également mis en place un programme de permis gratuit pour les ménages pauvres⁴³. Produit à l'origine réservé aux classes aisées, l'automobile commence à se diffuser dans les classes populaires (*O Estado de São Paulo*, article du 6 septembre 2009). Les différences de revenus entre les populations résidant dans le

⁴² Un billet de bus ou de train coûte, à l'unité, 2,90 réais (1,24 euros).

⁴³ *O programa CNH Popular do Detran* (www.detran.sp.gov.br).

centre étendu, dans le reste de la municipalité de São Paulo ou dans les périphéries, deviennent un facteur moins important pour déterminer les niveaux de motorisation (Strambi et van de Bilt, 2002, p. 7). De plus, les femmes sont plus nombreuses à utiliser la voiture. Cela révèle une tendance à l'individualisation de l'usage automobile (Vasconcellos, 2005b), déjà connue en Île-de-France.

Concernant les transports en commun, il faut enfin noter que si la desserte est bonne dans le centre étendu de São Paulo, elle se dégrade en périphérie où résident les populations qui, pourtant, les utilisent le plus.

Dans la région de Mumbai, ceux qui habitent à proximité des voies ferrées ont le meilleur accès aux modes de transports en commun. Le coût au kilomètre parcouru en train est bon marché. Il est même moins cher que celui en bus, surtout en possession d'une carte mensuelle⁴⁴. Pour aller à la gare, les pauvres marchent. Les moins pauvres marchent aussi ou utilisent l'*autorickshaw*. Ils se regroupent souvent à plusieurs, sous forme de covoiturage informel. Ou encore, ils utilisent le deux-roues motorisé. Ainsi, parmi les modes de rabattement, la part du bus chute depuis 1994 (MMRDA et LEA, 2008). Les classes moyennes et aisées, en plus du train qu'elles prennent de préférence en première classe, utilisent *autorickshaws*, taxis et voitures particulières. Elles habitent, plus souvent que les ménages pauvres, des quartiers desservis par des routes carrossables toute l'année (Baker et al, 2005, p. 33).

L'accès à l'automobile dans la région de Mumbai tend à devenir plus abordable si elle est comparée à d'autres biens de consommation (Datar, 2010) et en particulier à l'accession à la propriété. De fait, les prix au mètre carré flambent dans le Grand Mumbai, à cause d'un coefficient d'occupation des sols extrêmement faible et contraint (Bertaud, 2004 ; Prud'homme, 2007). Cette situation renforce la cohabitation familiale pour les classes aisées et moyennes ou le déménagement vers la périphérie tandis que les pauvres sont contraints de se loger dans des bidonvilles⁴⁵ et les très pauvres d'être sans abri. Par ailleurs, l'État subventionne indirectement l'achat de voitures à travers des aides que les entreprises allouent à leurs employés. Si le

⁴⁴ Par exemple, un actif qui parcourt 20 km pour se rendre à son lieu de travail paie une carte mensuelle en seconde classe 90 roupies (1,38 euro), soit moins de 4 roupies par jour (0,06 euro). Le coût journalier pour se déplacer en bus est de 20 roupies (0,30 euro) (Baker et al, 2005, p. 30).

⁴⁵ Voire d'y rester s'ils s'enrichissent. Ainsi, comme le rappelle M.-C. Saglio-Yatzimirsky au sujet de Dharavi, le plus grand bidonville de Mumbai : « les écarts de richesse dans Dharavi et ses cas de mobilité sociale remettent en question l'amalgame trop rapide entre l'habitant du bidonville et le pauvre » (Saglio-Yatzimirsky, 2002a, p. 18).

carburant est un poste de dépense important⁴⁶, le stationnement reste encore abordable⁴⁷.

e) Le coût de la mobilité individuelle : budget transport en temps et en argent

Quel est le coût en temps et argent de la mobilité individuelle ? Rappelons qu'une personne qui se déplace est soumise à une double contrainte : une contrainte temporelle et une contrainte monétaire (voir chapitre 1). Y. Zahavi (1974) formule deux hypothèses. Le budget temps de transport quotidien individuel est constant : autour d'une heure, d'une heure trente dans les métropoles. Le budget monétaire de transport est également constant, autour de 3% du revenu disponible des ménages non motorisés et de 15% du revenu disponible des ménages motorisés.

Y. Zahavi observe cette constance des budgets de transport en temps et en argent dans les agglomérations des pays développés, fortement motorisés. Mais il ne la retrouve pas dans les agglomérations des pays en développement, moins motorisés, où il estime que les budgets temps et argent peuvent être jusqu'à 50% plus élevés que ceux des pays développés (Zahavi, 1976b, p. 4). Pourquoi ? Y. Zahavi définit un budget de transport en temps et un autre en argent qui est proportionnel au revenu disponible des ménages. Les ménages pauvres ont peu de revenus et disposent donc d'un budget de transport faible. Ils dépensent rapidement ce budget et cherchent alors à utiliser la seule ressource qui leur reste pour se déplacer : le temps. Les ménages aisés ont davantage de revenus et donc ont un budget en argent plus important. Cela leur permet, par exemple, d'être motorisés. Ils épuisent moins vite leur budget en argent que les ménages pauvres. Ils dépensent également leur budget temps. Mais le temps n'est pas, à la différence des ménages pauvres, leur principale ressource pour se déplacer.

Le budget temps de transport quotidien d'un Francilien est d'une heure et 23 minutes. Il est stable depuis 25 ans et dans toute l'Île-de-France. L'automobile accroît les vitesses de déplacement. Son usage plus important compense

⁴⁶ Un litre d'essence coûte 72 roupies (1,11 euro) et un litre de diesel 45 roupies (0,69 euro). Il est estimé que le coût total par kilomètre d'une voiture de taille moyenne marchant à l'essence est de 32 roupies (0,50 euro). C'est deux fois plus que le taxi (16 roupies au km soit 0,25 euro) (Datar, 2011).

⁴⁷ Soit 5 roupies par heure de stationnement (8 centimes d'euros) (Datar, 2010).

l'augmentation des distances parcourues. Néanmoins, 22% des Franciliens passent plus de deux heures à se déplacer. Et 12,5% ne se déplacent pas.

Les Paulistains passent, chaque jour, une heure et 17 minutes à se déplacer. C'est près d'un quart d'heure de plus qu'en 1997 (le budget temps de transport était alors d'une heure et 4 minutes). Le budget temps de transport est multiplié par deux entre les ménages pauvres et les ménages aisés. Le budget temps d'une personne appartenant à un ménage aisé est d'une heure et 35 minutes. 24% des personnes de cette catégorie ne se déplacent pas. À l'opposé, le budget temps d'une personne appartenant à un ménage pauvre est de 48 minutes. Dans cette catégorie, le taux d'immobilité⁴⁸ monte à 46% et jusqu'à 55% pour les très pauvres⁴⁹ (Vasconcellos, 2005a, d'après Metrô, 1997).

Nous retrouvons exactement le même taux d'immobilité chez les ménages pauvres mumbaikars. Les raisons sont les mêmes : le manque de ressources financières et le manque d'emploi (Baker et al, 2005, p. 18). Néanmoins, 40% des personnes appartenant à des ménages aisés ne se déplacent pas. C'est plus que dans la région de São Paulo et en Île-de-France.

En Île-de-France, la part de la dépense de transport dans le revenu des ménages est en moyenne de 14%, avec des différences selon les zones. Elle est plus élevée en périphérie (jusqu'à 20%) et plus faible dans les espaces centraux (6%) (Polacchini et Orfeuil, 1999, d'après DREIF, 1991).

Dans la région de São Paulo, les ménages pauvres dépensent de 18% à 30% de leur budget à se déplacer. À l'opposé, les ménages aisés ne dépensent que 10% de leur revenu (Vasconcellos, 2005a, d'après Metrô, 1997).

Les budgets sont du même ordre de grandeur dans le Grand Mumbai. Les ménages pauvres qui utilisent principalement le train dépensent 17% de leur budget à se déplacer, 19% s'ils utilisent le bus et 29% s'ils passent au deux-roues motorisé. Les ménages aisés qui utilisent majoritairement la voiture dépensent 14% de leur budget mensuel dans les déplacements (Baker et al, 2005, p. 31).

⁴⁸ Le taux d'immobilité désigne le nombre de personnes qui n'ont réalisé aucun déplacement le jour de l'enquête.

⁴⁹ Ménage dont le revenu est inférieur à 250 réais par mois (environ 110 euros, conversion avril 2011).

Les ménages motorisés, dans ces trois régions, semblent préserver leur budget transport en temps et en argent. Pour autant, en situation de congestion, réussissent-ils à préserver leurs schémas d'activités ? Plusieurs indices (comme le ralentissement de la hausse, voire la baisse des distances parcourues) questionnent ce point.

3. Conclusion du troisième chapitre

Ce chapitre a cerné le profil des ménages motorisés dans ces trois régions métropolitaines. Il s'agit des ménages qui bénéficient des effets positifs du système automobile. Ces effets sont l'*effet de club* avec l'obtention du permis de conduire, l'*effet de parc* avec l'acquisition d'une voiture et l'*effet de réseau* avec la possibilité de circuler sur le réseau (Dupuy, 1999). L'effet de parc est sensible dans les trois régions métropolitaines, même si le taux de motorisation demeure moindre à Mumbai. L'effet de club existe en Île-de-France et commence à toucher les classes populaires dans la région de São Paulo. Il est plus diffus à Mumbai où le chauffeur joue un rôle particulier. Enfin, le réseau viaire disponible souligne l'effet de réseau.

En Île-de-France, les deux-tiers des ménages franciliens sont motorisés. Ils habitent principalement en petite et grande couronnes tandis que Paris demeure un cas unique, en France, de faible automobilisation (Dupuy, 2011, p. 7). Les ménages motorisés franciliens appartiennent à toutes les classes sociales.

Dans la région de São Paulo, près de la moitié des ménages sont motorisés. Ils vivent surtout dans le centre étendu et en banlieue. Ils appartiennent principalement aux classes aisées et moyennes. Les classes populaires commencent à se motoriser.

Enfin, dans la région de Mumbai, les ménages motorisés sont encore peu nombreux. Ils représentent environ 7% des ménages. Probablement autant de ménages possèdent un deux-roues motorisé. Les ménages motorisés sont des ménages aisés qui habitent principalement le Grand Mumbai, et en particulier la ville insulaire. Mais la motorisation croît rapidement en périphérie.

Suite à l'analyse des déplacements quotidiens et de la mobilité individuelle dans ces métropoles, nous avançons l'hypothèse suivante que l'examen des manifestations spatio-temporelles de la congestion permettra de valider au chapitre suivant : la congestion automobile affecterait en Île-de-France plutôt les ménages motorisés modestes vivant en périphérie. Dans les régions de São Paulo et de Mumbai, la congestion automobile serait encore un problème de ménages aisés, résidant dans les espaces centraux.

CHAPITRE 4

-

LES SYMPTÔMES DE PERTURBATION DU SYSTÈME AUTOMOBILE

L'étude des environnements métropolitains au chapitre précédent a conclu sur l'hypothèse selon laquelle, d'une métropole à l'autre, la congestion automobile n'affecterait pas les mêmes ménages. Les ménages motorisés touchés par la congestion seraient, en Île-de-France, des ménages plutôt modestes résidant en périphérie et, dans les régions de São Paulo et Mumbai, des ménages aisés qui vivent dans les espaces centraux.

Afin de confirmer cette hypothèse, nous analyserons, dans un premier temps, les manifestations spatiales et temporelles de la congestion automobile dans les régions métropolitaines. Nous nous appuierons sur l'étude des indicateurs d'infrastructures et de trafic (1).

Puis, nous nous demanderons si les manifestations spatiales, temporelles et sociales de la congestion évoluent en fonction du développement du système automobile (2).

1. Les manifestations spatiales et temporelles de la congestion automobile

D'après la définition adoptée au premier chapitre, la congestion automobile résulte d'un déséquilibre, à un moment donné en un point donné, entre la demande automobile et l'offre viaire. Comment localiser et mesurer ce déséquilibre ?

Une mesure unique et directe, qui permettrait d'évaluer les degrés de congestion au sein des métropoles et entre les métropoles, n'existe pas (ECMT, 2007, p. 44). Il s'agit alors de recourir à différents indicateurs pour appréhender les manifestations spatiales et temporelles de la congestion automobile. Autrement dit, nous cherchons à décrire, dans les grandes lignes, le comportement de l'offre face aux fluctuations spatiales et temporelles de la demande. Notre objectif n'est pas de réaliser un travail exhaustif d'ingénieur du trafic. C'est pourquoi nous adoptons une démarche empirique, en ordonnant les indicateurs disponibles. Ils permettront d'évaluer, sous plusieurs dimensions, le niveau de congestion automobile à l'échelle métropolitaine (Appert, 2005, p. 320).

Nous examinons principalement la *congestion sur route*, autrement dit celle du réseau de voies rapides qui irrigue la métropole. Lorsque des informations sont disponibles sur la *congestion en ville*, nous en faisons part.

1.1 Les données de trafic

En Île-de-France, les données de trafic dont nous disposons proviennent de boucles électromagnétiques noyées dans la chaussée. Les informations sont collectées par capteurs et transmises à des stations de comptage SIRIUS⁵⁰ sur voies rapides et SIREDO⁵¹ sur voies rapides et routes nationales. Les données SIRIUS et SIREDO sont traitées par la Direction Interdépartementale des Routes d'Île-de-France (DIRIF).

⁵⁰ Service d'information pour un réseau intelligible aux usagers, créé en 1988.

⁵¹ Système informatique de recueil de données, créé en 1991.

Elles sont disponibles sur son site Internet⁵². S'y ajoutent des données de trafic collectées sur les autoroutes concédées et sur les boulevards parisiens, en particulier le boulevard périphérique.

Par ailleurs, l'entreprise américaine INRIX collecte, depuis peu, des données de trafic à partir de véhicules équipés de GPS en Europe et en Amérique du Nord. Sa méthodologie, s'inspirant des travaux menés au *Transportation Texas Institute*, est identique pour tous les pays dans lesquels l'entreprise est implantée. Ce qui permet, depuis novembre 2010, une comparaison annuelle des degrés de congestion dans les régions métropolitaines des États-Unis et de six pays d'Europe dont la France. INRIX n'est pas encore, pour le moment, présente au Brésil ni en Inde.

Dans la municipalité de São Paulo, les comptages sont réalisés par la Compagnie d'Ingénierie du Trafic (CET) qui dépend des services municipaux. Des agents de la CET, postés en haut des immeubles ou circulant en moto⁵³, comptent le trafic sur les voies rapides et les avenues du réseau municipal⁵⁴. Des données sont également collectées à partir de capteurs noyés dans la chaussée des rocade Marginais (*Revista Epoca São Paulo*, 1^{er} mars 2010).

Dans la région de São Paulo, les données de trafic sur autoroutes sont collectées par les concessionnaires. Elles sont remises au département des routes de l'État de São Paulo (DER) ou à l'Agence nationale des transports terrestres (ANTT), lorsqu'il s'agit d'autoroutes appartenant à l'État fédéral. Les données sont disponibles sur leurs sites Internet respectifs.

Nous disposons également de comptages supplémentaires réalisés en 2004, à partir des GPS embarqués et d'enregistrements en vidéo, par le Centre de recherche international sur les systèmes durables (ISSRC).

Dans la région métropolitaine de Mumbai, des comptages manuels ont été réalisés sur les grandes avenues et les voies rapides, dans le cadre de la mise en place du schéma de déplacements (MMRDA et LEA, 2008). L'association *Mumbai Environmental Social Network* (MESN), avec laquelle nous avons travaillé, effectue, régulièrement, des comptages manuels. Les services de la municipalité du Grand

⁵² www.enroute.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/.

⁵³ Entretien avec L. Vilanova et S. Ming, ingénieurs trafic à la CET, le 7 octobre 2009 à São Paulo.

⁵⁴ Le réseau municipal compte 868 kilomètres de voies rapides et d'avenues.

Mumbai en réalisent aussi. Mais ces comptages ne concernent que les grandes avenues de la ville insulaire et non les voies rapides.

Enfin, Google Maps met en ligne de l'information trafic en temps réel concernant les réseaux viaires francilien et paulistain. Cette information est parallèle à celle produite par la DIRIF et la CET.

Nous examinerons les indicateurs liés à l'infrastructure (1.2) avant de se pencher sur des mesures liées à la circulation (1.3).

1.2 Les indicateurs d'infrastructures

L'objectif des indicateurs d'infrastructures est de permettre aux gestionnaires d'évaluer l'offre qu'ils proposent et de savoir si elle répond à la demande. Nous avons recours à ces indicateurs pour saisir l'intensité, l'ampleur et la dimension spatio-temporelle du phénomène de congestion.

Le régime de congestion apparaît quand, au moins temporairement, la demande devient supérieure à l'offre. Les périodes de pointes de trafic, exprimant cette fluctuation de la demande, portent le nom de *congestion de la demande* (Buisson et Lesort, 2010, p. 82) ou de *congestion récurrente*. Le régime de congestion apparaît également quand l'offre devient inférieure à la demande. Il s'agit d'une *congestion de l'offre* ou *congestion non- récurrente*.

Le diagramme fondamental de la circulation lie les trois variables de mesure de la circulation. Le débit est mesuré en véhicules par heure ou par jour. La concentration, ou densité du trafic, est mesurée en véhicules par kilomètre. Enfin, la vitesse du flot est indiquée en kilomètres par heure.

La congestion sur route, en trafic continu, peut être caractérisée par le rapport entre le débit et la capacité théorique de la voirie. Ce rapport permet de saisir l'*intensité* de la congestion. Elle peut aussi être caractérisée par sa vitesse. Toute situation où la vitesse est inférieure à la vitesse critique est congestionnée.

Enfin, pour caractériser les occurrences spatiales et temporelles de la congestion, il importe de connaître l'extension géographique et temporelle d'une zone de congestion ou *bouchon*. Jusqu'où le bouchon s'étend-il ? Et combien de temps dure-t-il avant que la circulation ne redevienne fluide ?

Nous regarderons :

- a) la composition du trafic,
- b) le débit seul, une fois la composition du trafic homogénéisé,
- c) le rapport entre débit et capacité.

Ensuite, nous examinerons :

- d) les vitesses de déplacement sur le réseau,
- e) leur évolution,
- f) les niveaux de service,
- g) l'étendue des bouchons,
- h) l'encombrement général.

Pour ce travail, nous nous appuierons sur des moyennes annuelles établies par les gestionnaires des réseaux, sans toutefois négliger l'information en temps réel dont peut disposer l'utilisateur.

a) La composition du trafic

Nous regardons, tout d'abord, comment se compose le trafic sur les voies rapides.

En Île-de-France, le réseau de voies rapides est surtout utilisé par les véhicules particuliers des Franciliens. Le trafic de transit et les poids lourds ne représentent respectivement que 5% et 8% du trafic. Le réseau occupe un rôle majeur, car il écoule 35% du trafic régional sur 7% du linéaire de voies (Orfeuil, 2011a).

Regardons de plus près la composition de l'une de ces voies rapides, le boulevard périphérique. Les voitures particulières représentent 64% du trafic, les véhicules utilitaires légers⁵⁵ 18% et les poids lourds 10%. Le nombre de véhicules utilitaires légers en circulation sur le boulevard périphérique a augmenté de 50% entre 2002 et 2008 (Mairie de Paris, 2010).

⁵⁵ Il s'agit de petites camionnettes, souvent de couleur blanche.

Sur le réseau secondaire des boulevards parisiens, les voitures constituent encore la majorité du trafic (57%), même si leur part est en baisse depuis 2001 (elle était alors de 69%). Sur la période 2001-2009, les deux-roues motorisés et les véhicules utilitaires légers ont pris de l'importance : leur part dans le trafic est passée respectivement de 10% à 17% et de 9% à 13%. Les taxis constituent 7% du trafic (Mairie de Paris, 2011).

L'augmentation des déplacements en véhicules utilitaires légers s'explique par le développement des livraisons à domicile et par la montée des services qui accompagnent la vente d'un produit (installation, reprise des anciens équipements...). Les restrictions d'accès et les baisses d'usage des poids lourds multiplient également les déplacements en véhicules utilitaires (8 camionnettes de petit gabarit sont nécessaires pour livrer le chargement d'un poids lourd). Les véhicules utilitaires pèsent lourd dans le trafic francilien, car ils roulent beaucoup et longtemps. Un chauffeur-livreur parcourt en moyenne 80 à 100 kilomètres par jour⁵⁶ et effectue 12 livraisons. Si les véhicules utilitaires participent à la congestion, ils la subissent aussi de façon aiguë, car leur valeur du temps est élevée. Plus de 40% des chauffeurs-livreurs travaillent sous contrainte horaire, livrant principalement en matinée. La congestion (encombrements de pointe et incidents) est la cause de près de 50% des retards déclarés (SESP, 2008 ; IAURIF, 2004).

Dans la région de São Paulo, la composition du trafic paraît assez proche de celle de l'Île-de-France.

Dans la municipalité de São Paulo, les voitures particulières représentent 75% du trafic, les deux-roues motorisés 10% et les taxis 5% (ISSRC, 2004). Le réseau municipal des voies rapides occupe également un rôle majeur, puisqu'il écoule près de trois fois plus de véhicules par heure que les avenues du centre étendu (ISSRC, 2004).

Sur le réseau métropolitain des voies rapides, la part de la voiture particulière baisse légèrement (70%), tandis que la part de véhicules commerciaux (véhicules utilitaires et poids lourds) augmente (16%). Depuis l'ouverture, en avril 2010, du tronçon sud de la rocade périphérique Rodoanel destinée au trafic de transit (voir figure 9, chapitre 3), le nombre de poids lourds en circulation sur la rocade Marginal

⁵⁶ Un habitant de grande couronne qui utilise la voiture comme mode principal parcourt environ 22 km par jour en semaine (DREIF, 2001).

Pinheiros a chuté⁵⁷. Cette baisse a été entérinée, en septembre 2010, par l'interdiction de circulation des poids lourds pendant la journée sur la Marginal Pinheiros.

Les deux-roues motorisés jouent un rôle particulier dans la composition du trafic paulistain depuis la fin des années 1980, début de leur forte croissance. La majorité des deux-roues motorisés (65%, d'après Vasconcellos, 2005b) est utilisée pour la livraison de produits, souvent commandés sur Internet. Le développement d'Internet⁵⁸ et les difficultés de circulation dans la région de São Paulo ont favorisé l'émergence de ces livreurs à moto, surnommés *motoboys*, qui se faufilent dans la circulation (Nardelli, 2007). D'origine pauvre ou modeste, ils appartiennent souvent au secteur informel. Ils sont soumis à une forte pression temporelle par leurs employeurs et leurs clients. Cette pression les rend très sensibles à la congestion automobile. Elle les force à adopter une conduite parfois imprudente dont ils sont les premières victimes (on compte plus d'un mort par jour en moto dans la région de São Paulo) (Stiel Neto et al, 2006, Vasconcellos et Sivak, 2009).

À la différence de l'Île-de-France et de la région de São Paulo, les trafics dans la région de Mumbai sont hétérogènes sur l'ensemble du réseau viaire. Ils se décomposent en une quarantaine de moyens de transport (chars à bœufs, carrioles à bras, bicyclettes, deux-roues motorisés, *autorickshaws*, autobus, camionnettes, taxis, voitures particulières, etc.).

Sur les voies rapides qui écoulent une part importante de la circulation, le trafic est beaucoup moins hétérogène. Il est constitué principalement de voitures particulières et de taxis (33%), de deux-roues motorisés (21%), d'*autorickshaws* (21%) (MMRDA et LEA, 2008).

Cette mixité du trafic donne l'impression, même sur les voies rapides, d'un chaos sans règles apparentes. Pourtant cela fonctionne avec sa logique propre (Vanderbilt, 2008, p. 217). Ce n'est pas tant l'organisation en couloirs, à l'occidentale, qui prime mais une « organisation de type interstitiel ». « Dans ce contexte, la fluidité n'est pas synonyme d'un écoulement continu. Elle revêt la forme d'une discontinuité généralisée, résultat du maximum d'adaptation des agents du

⁵⁷ Communiqué du gouverneur de l'État de São Paulo, 19 mai 2010.

⁵⁸ 20% des internautes brésiliens vivent dans la région métropolitaine de São Paulo (Nardelli, 2007) alors que la population de la région représente 10% de la population brésilienne (IBGE, 2010).

trafic les uns aux autres », produisant « un effet de congestion permanent mais jamais durable » (Grimaud, 2010, p. 33).

Les trois photographies de la page suivante donnent un aperçu de la composition du trafic sur voies rapides dans les trois régions étudiées. Nous avons sélectionné le boulevard périphérique en Île-de-France, la rocade Marginal Pinheiros dans la région de São Paulo (avant son interdiction aux camions, en journée) et la voie rapide occidentale dans le Grand Mumbai. À l'exception des *autorickshaws* qui circulent entre les voies à Mumbai, la composition du trafic *sur voies rapides* présente une relative uniformité, plutôt inattendue, d'une métropole à l'autre. Nous notons également l'importance des camionnettes blanches sur le boulevard périphérique et des motos sur la Marginal.

Figure 12 - Vue sur le boulevard périphérique vers l'ouest, Porte d'Orléans, mai 2011 GL.



Figure 13 - Vue de la Marginal Pinheiros, sens nord-sud, depuis le pont de Jaguaré, oct. 2009 GL.



Figure 14 - Vue de la voie rapide occidentale, sens sud-nord, vers l'aéroport, mars 2010 GL.



b) Les trafics journaliers moyens sur voies rapides (débit)

Afin d'homogénéiser la composition du trafic, les différents modes de transport sont convertis en unité de voiture particulière (UVP)⁵⁹. Nous obtenons le débit mesuré en trafics journaliers moyens annuels (TJMA), soit le trafic moyen au cours d'une journée sur une année donnée⁶⁰.

La carte ci-après présente la répartition du trafic sur les voies rapides des trois régions. Une couleur est attribuée à chaque tronçon en fonction de son débit.

En Île-de-France, la lecture de la carte fait ressortir une concentration du trafic en petite couronne. Les débits journaliers les plus élevés se trouvent sur le boulevard périphérique parisien et la radiale A4, en particulier le tronc commun avec la rocade A86. Les trafics journaliers moyens annuels sur les radiales autoroutières principales et le boulevard périphérique sont pratiquement stables depuis vingt ans (URF, 2010). Néanmoins, nous observons, depuis une décennie, une baisse du trafic sur les radiales arrivant sur le boulevard périphérique depuis l'A86 et une augmentation du trafic sur les rocades A86 et Francilienne (A104) (DIRIF, 2010, p. 9).

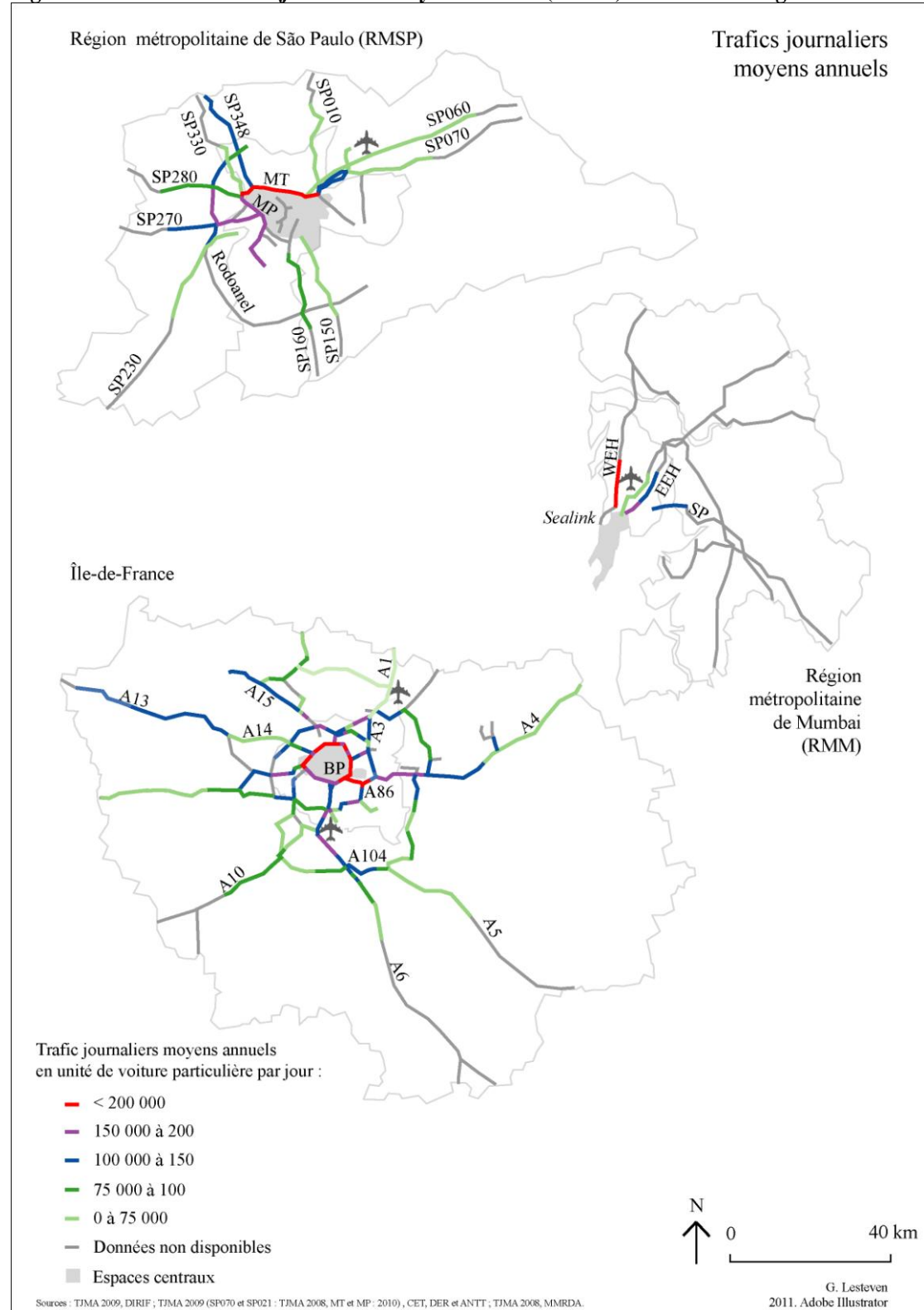
Dans la région de São Paulo, la Marginal Tietê (MT) est l'axe le plus fréquenté. Elle est suivie par la Marginal Pinheiros (MP) et la radiale Bandeirantes (SP348). Sept des dix radiales autoroutières qui permettent l'accès aux rocades Marginal ont connu une forte croissance du trafic entre 1997 et 2007. Comme en Île-de-France pendant les Trente Glorieuses (Flonneau, 2004), la croissance de la motorisation est associée à un desserrement de la population dans un contexte économique stable. Elle entraîne une déconcentration du trafic vers les périphéries⁶¹. Par ailleurs, la mise sous concession des radiales a amélioré la qualité de leur voirie et a participé à la hausse du trafic (*O Estado de São Paulo*, article du 3 avril 2009, d'après Metrô, 2007).

Dans la région de Mumbai, les axes méridiens de la péninsule restent les plus chargés. On observe, depuis quelques années, une meilleure répartition du flot de trafic aux heures de pointe : 60 % du trafic en direction du sud et 40 % en direction du nord le matin (Balakrishnan, 2006).

⁵⁹ Un poids lourd correspond à 2 UVP, un deux-roues motorisé à 0,4 UVP (TRB, 2000).

⁶⁰ L'année 2008 pour la région de Mumbai et l'année 2009 en Île-de-France et dans la région de São Paulo (à l'exception des rocades Marginal pour lesquelles nous ne disposons que des chiffres de 2010, du Rodoanel et de la radiale SP070 pour lesquels nous ne disposons que des chiffres de 2008).

⁶¹ Entretien avec E. Vasconcellos, le 9 septembre 2009 à São Paulo.

Figure 15 - Carte des trafics journaliers moyens annuels (TJMA) dans les trois régions étudiées.

c) L'intensité de la congestion (rapport entre débit et capacité)

Après avoir examiné la fréquentation journalière du réseau, nous cherchons à estimer l'intensité de la congestion. Pour cela, nous établissons le rapport entre le trafic journalier moyen annuel (TJMA) sur un tronçon donné et la capacité d'écoulement théorique du tronçon, en fonction du nombre de voies (Appert, 2005, p. 317 ; WBCSD, 2004, p. 46).

Le niveau de saturation est atteint lorsque le ratio est supérieur à 100%. Lorsque le ratio se trouve entre 80 et 100%, la congestion est fréquente. Lorsqu'il est entre 60 et 80%, elle est sporadique. Avec un ratio inférieur à 60%, il n'y a pas de congestion récurrente sur le tronçon.

La carte ci-après présente une estimation de l'intensité de la congestion sur le réseau des voies rapides des trois régions métropolitaines. Elle produit des résultats assez surprenants qu'il convient de commenter. Les tronçons colorés en rouge (saturation) et en orange (congestion fréquente) dominent en Île-de-France et dans la région de Mumbai alors que le jaune (congestion sporadique) l'emporte dans la région de São Paulo. Pourquoi ?

En Île-de-France, la circulation sur le réseau des voies rapides augmente très peu. Le réseau semble fonctionner à capacité. Parallèlement, depuis dix ans, la circulation dans Paris *intra-muros* a baissé d'environ 20% (Mairie de Paris, 2010). Il y a bien un phénomène de déconcentration de la congestion. En un siècle, les embarras de Paris ont fait place aux embouteillages de banlieue (Flonneau, 2004). L'Île-de-France tend à se rapprocher du modèle londonien où la congestion est généralisée à l'ensemble de la région métropolitaine (Appert, 2005, p. 320).

Dans la région de São Paulo, la congestion est encore principalement localisée sur les grandes avenues du centre étendu et de la banlieue proche. Nous ne possédons pas les données concernant le trafic journalier moyen annuel des grandes avenues qui desservent le centre historique (Avenue du 23 Mai et Radial Leste). Mais, d'après d'autres indicateurs que nous examinerons par la suite, il semble que ces avenues soient encore, avec les Marginais Tietê (MT) et Pinheiros (MP), les points noirs du trafic paulistain.

Concernant les Marginais, nous aurions pu nous attendre à une intensité plus sévère de la congestion. Or, les données dont nous disposons datent de 2010, après la

fin des travaux qui ont permis de doubler quasiment la capacité de la Marginal Tietê. Elle est passée de 12 à 22 voies. Son débit journalier est du même ordre que celui du tronc commun A4-A86 en Île-de-France. Pourtant, la capacité du tronc commun est deux fois moindre. L'ouverture du tronçon sud de la rocade périphérique Rodoanel la même année, suivie d'une limitation de circulation des poids lourds sur la Marginal Pinheiros (MT), a permis de repousser une partie du trafic de transit en périphérie et de délester les Marginais et l'autoroute Bandeirantes (SP348).

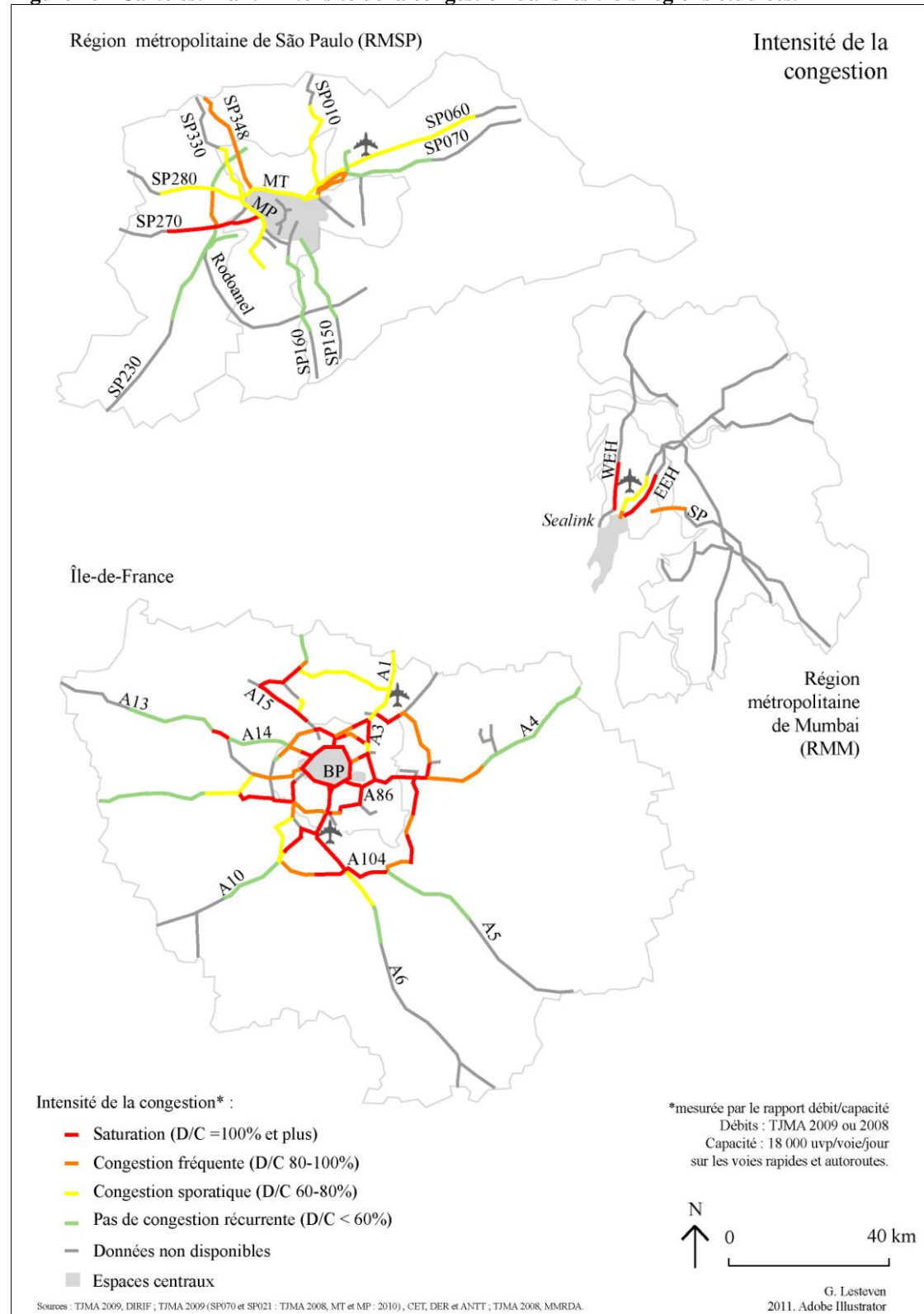
Dans la région de Mumbai, la congestion se concentre dans la péninsule, sur les voies rapides occidentale (WEH – Western Express Highway) et orientale (WEH – Eastern Express Highway). Les points noirs restent les avenues de la ville insulaire⁶², qui permettent d'accéder à la pointe de la péninsule, durant les heures de pointe. En banlieue, les voies locales de direction est-ouest sont très embouteillées, surtout au niveau du franchissement des voies ferrées. Le manque de voies rapides de direction est-ouest incite le trafic de transit à emprunter ces voies locales. Par ailleurs, les travaux de construction du métro aérien accentuent les difficultés de circulation, principalement dans le quartier d'Andheri, en banlieue ouest.

De cette première analyse de la congestion sur voies rapides, à partir du débit et de la capacité, il ressort que le réseau paulistain, qui pourtant supporte des volumes de trafic importants, apparaît congestionné de façon moins intense que le réseau francilien. Si la congestion semble moins sévère sur les voies rapides de la région métropolitaine, elle serait encore intense sur les avenues du centre étendu. Il convient de confirmer cette hypothèse par d'autres indicateurs dont les vitesses de circulation.

⁶² En particulier, les carrefours de Mahim Church, d'Haji Ali et de Mahalaxmi et les tronçons de Peddar Road et Marine Drive.

Voir le petit film *A good traffic day in Mumbai* que nous avons réalisé en 2010 sur les carrefours de Mahalaxmi et d'Haji Ali avec Sushi Viraj Karnik (<http://www.youtube.com/watch?v=N97dHz9taT4>, site consulté le 26 janvier 2012).

Figure 16 - Carte estimant l'intensité de la congestion dans les trois régions étudiées.



d) Les vitesses de déplacements

Nous examinons maintenant la vitesse du flot, autre indicateur de mesure de la congestion. Quelle est l'évolution des vitesses sur le réseau, au cours de la journée et au fil des années ?

La définition des périodes de pointe du trafic est ajustée, dans le tableau ci-après, en fonction de la région métropolitaine considérée.

Tableau 14 - Durée des périodes de pointe selon les régions métropolitaines.

	Période de pointe du matin	Période de pointe du soir
Île-de-France	6h - 10h	16h - 20h
RMSP (São Paulo)	7h - 10h	17h - 20h
RMM (Mumbai)	8h - 11h	17h - 21h

Sources : DIRIF, CET, MMRDA.

Le tableau ci-après présente les vitesses moyennes pendant les pointes du matin et du soir, en fonction du réseau et/ou de la zone géographique, selon les informations disponibles.

Tableau 15 - Vitesses moyennes pendant les périodes de pointe dans les trois régions, en km/h.

Île-de-France							
	Boulevards parisiens	Boulevard périphérique (BP)	Voies rapides hors BP	Radiales entre BP / A86	Radiales entre A86 / A104	Rocade A86	Rocade A104
Matin	16,5	34,5	63,2	54,3	71,1	52,5	73
Soir	14,9	31,3	67,1	61,6	76,7	50,6	76,5
Réseau municipal de São Paulo*							
Matin	17						
Soir	14,2						
RMM (Mumbai)							
	Ville insulaire		Banlieues		Périphérie		
Matin et soir	8 à 30		5 à 45		25 à 55		

*Voies rapides et avenues dans la municipalité de São Paulo (868 km)

Sources : Mairie de Paris, 2010 ; DIRIF, 2010 ; CET, 2010 ; MMRDA et LEA, 2008. Il s'agit de vitesses mesurées en 2007.

La lecture du tableau souligne qu'en termes de vitesse, la pointe du matin est plus sévère sur le réseau rapide francilien. À l'inverse, sur le réseau secondaire dans les trois terrains (boulevards parisiens, avenues de São Paulo et de Mumbai), les vitesses sont plus basses pendant la pointe du soir. Par ailleurs, dans la municipalité de São Paulo, les plus grands écarts de vitesse au cours de la journée sont relevés, non pas sur les avenues et la voirie locale, mais sur les voies rapides (ISSRC, 2004, p. 28).

e) L'évolution des vitesses

Dans Paris et sur le boulevard périphérique, les vitesses sont en baisse. Entre 2001 et 2007, les vitesses moyennes sur les boulevards parisiens ont baissé de 6%. Or, sur la même période, le trafic a baissé de 19%. Cette baisse conjointe des vitesses et du débit semble être le résultat d'une volonté politique plutôt que de la congestion (Prud'homme et al, 2005). Le boulevard périphérique connaît également une légère baisse du trafic (-4%), assortie d'une très faible dégradation des vitesses (-1 %), entre 2002 et 2008 (Mairie de Paris, 2010).

Sur le réseau municipal de São Paulo géré par la CET, la dégradation des vitesses est plus notable. Entre 2001 et 2007, les vitesses ont baissé de 14% aux heures de pointe du matin et de 28% aux heures de pointe du soir⁶³. L'ouverture du tronçon sud du Rodoanel et le doublement de capacité sur la Marginal Tietê a récemment permis une augmentation des vitesses sur les Marginais. Entre 2009 et 2010, elles sont passées de 20 km/h à 27 km/h pendant les périodes de pointe⁶⁴.

Dans la région de Mumbai, la vitesse moyenne observée est de 16 km/h aux heures de pointe (Wilbur Smith Associés et Ministère indien du développement urbain, 2008). Elle est du même ordre de grandeur que la vitesse moyenne dans Paris *intra-muros* ou dans le centre étendu de São Paulo. Sur les voies rapides, aux heures de pointe, la vitesse moyenne est plus élevée : 40 km/h sur la voie rapide orientale (EEH) et entre 25 et 35 km/h sur la voie rapide occidentale (WEH) (MMRDA et LEA, 2008, d'après l'étude de 2003 pour la construction du métro).

Tableau 16 - Évolution des vitesses dans la région métropolitaine de Mumbai.

	Ville insulaire	Banlieues	Périphérie
1983	18 à 25	30 à 40	35 à 45
2008	8 à 30	5 à 45	25 à 55

Sources : CRRI, 1983, repris par MMRDA et LEA, 2008 ; MMRDA et LEA, 2008.

Comme l'indique le tableau ci-dessus, dans la région de Mumbai, les valeurs minimales de vitesse se dégradent depuis vingt ans, en particulier dans la ville insulaire et en banlieue. À l'inverse, les valeurs maximales de vitesse tendent à augmenter. Cela s'explique, en partie, par la multiplication des autoponts (*flyovers*).

⁶³ Données de la CET, disponibles sur le site d'information de la municipalité de São Paulo (http://infocidade.prefeitura.sp.gov.br/htmls/12_velocidade_media_no_transito_1980_600.html, consulté le 26 janvier 2012).

⁶⁴ Communiqué du gouverneur de l'État de São Paulo, 19 mai 2010.

f) Les niveaux de service (échelle de vitesses) en temps réel

Il est aussi possible de se rapporter à une échelle des vitesses. Des niveaux de service sont définis en fonction de paliers de vitesse (TRB, 2000). Les niveaux A et B désignent une *circulation fluide* avec des vitesses de circulation élevées. Le niveau C présente une *circulation chargée*. Aux niveaux D et E, *la circulation est dense*. La *circulation est saturée* au niveau F.

Ces paliers sont modulables selon le type d'infrastructure et le pays. Ils présentent un véritable intérêt didactique. En associant un code couleur à une vitesse de circulation, ils permettent une représentation cartographique des vitesses de circulation en temps réel, facilement accessibles aux usagers. De telles représentations existent pour l'Île-de-France et la région de São Paulo. Produites par la DIRIF et Google Maps⁶⁵, elles sont disponibles en ligne⁶⁶. Le tableau ci-après présente le code couleur utilisé en fonction des paliers.

Tableau 17 - Niveaux de services et représentations cartographiques selon l'opérateur.

Opérateurs	Niveaux	A + B	C + D	E	F
	Circulation	fluide	chargée à dense	dense	saturée
Île de France					
Sytadin (DIRIF)	Vitesse (en km/h)	> 60	60 à 40	40 à 20	< 20
	Représentation carto	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Google Maps	Vitesse (en km/h)	> 80	80 à 40	< 40	
	Représentation carto	Vert	Orange	Rouge	
RMSP (São Paulo)					
Google Maps	Vitesse (en km/h)	> 80	80 à 40	< 40	
	Représentation carto	Vert	Orange	Rouge	

En Île-de-France, la DIRIF actualise la carte des vitesses de circulation toutes les six minutes, en fonction de l'information collectée par les capteurs. Lorsque l'information n'est pas disponible, le tronçon est grisé. La cartographie proposée par Google Maps permet de compléter certains des tronçons grisés sur la carte de la DIRIF, grâce à une collecte complémentaire de données par véhicules traceurs.

Dans la région de São Paulo, Google Maps collecte les données de trafic par véhicules traceurs et par géolocalisation.

⁶⁵ Le code couleur de Google Maps est identique d'un pays à l'autre. <http://maps.google.com/support/bin/answer.py?hl=fr&answer=61455>, consulté le 5 mai 2011.

⁶⁶ Sur www.sytadin.fr et <http://maps.google.fr/>.

Les figures ci-après sont des captures d'écran de ces représentations cartographiques. Elles proviennent des sites Internet de Sytadin (DIRIF) et de Google Maps. Nous regrettons l'absence d'un indicateur horaire qui signale le rafraîchissement des données sur la page Google Maps.

Figure 17 - Vitesses de circulation en temps réel en Île-de-France, Sytadin, 5 mai 2011 à 18h10 heure locale.

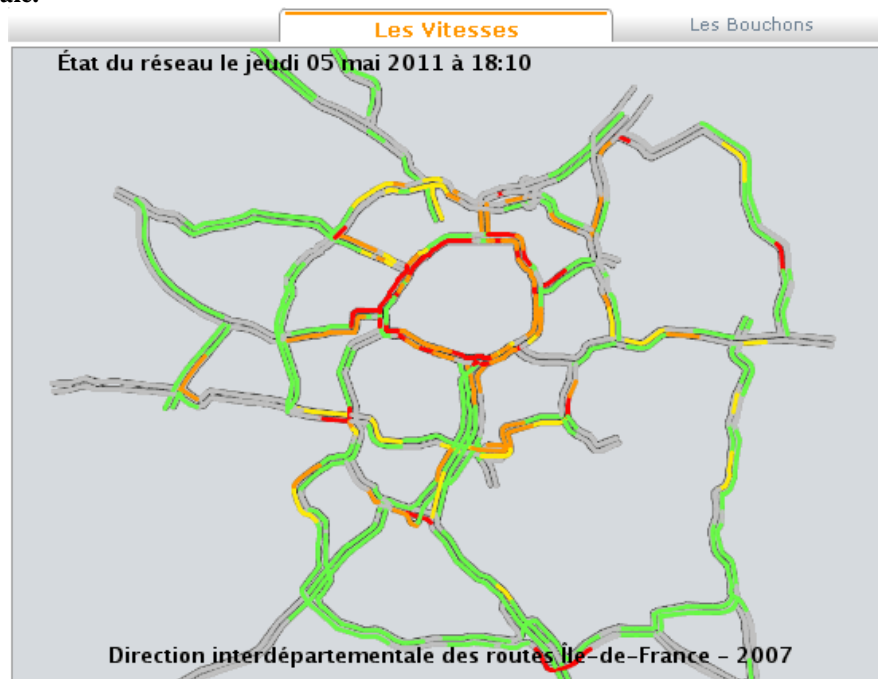
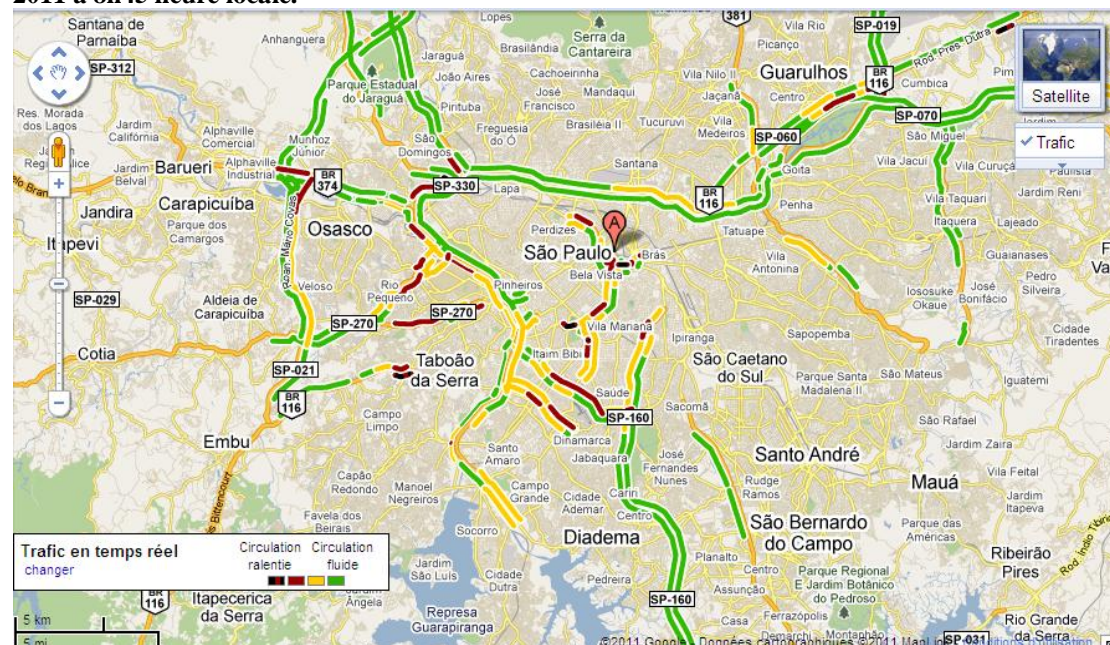


Figure 18 - Vitesses de circulation en temps réel dans la région de São Paulo, Google Maps, 6 mai 2011 à 8h45 heure locale.



g) L'étendue spatiale de la congestion

Un indicateur complémentaire concerne la longueur du réseau congestionné. En Île-de-France, la DIRIF considère qu'il y a congestion sur le réseau des voies rapides urbaines quand la vitesse est inférieure à 30 km/h. Dans la municipalité de São Paulo, la CET ne définit pas de vitesse-seuil comme la DIRIF. Elle a recours à une estimation subjective des vitesses : des techniciens évaluent les vitesses sur le réseau municipal depuis le haut des immeubles ou en circulant à moto⁶⁷.

Cet indicateur établi à partir de vitesses de circulation fournit une moyenne du cumul de bouchons ou *lentidão*. Il s'agit du nombre de kilomètres de voies embouteillées, quand les vitesses sont inférieures à 30 km/h en Île-de-France ou quand elles sont considérées comme basses dans la municipalité de São Paulo. Nous ne disposons pas de ce type d'information pour Mumbai.

La CET calcule le nombre moyen de kilomètres embouteillés sur le réseau municipal aux heures de pointe. Elle le rapporte à la longueur totale du réseau. En 2008, il y a en moyenne 90 kilomètres de bouchons à la période de pointe du matin. Soit 11% du réseau⁶⁸ est congestionné. À la période de pointe du soir, c'est en moyenne 138 kilomètres qui sont embouteillés, soit 16% du réseau. Entre 1998 et 2008, le nombre de kilomètres de bouchons a augmenté de 36% à la période de pointe du matin et de 28% à la période de pointe du soir⁶⁹.

La mesure de la DIRIF est un peu différente. Le *cumul de bouchon* sur le réseau des voies rapides d'Île-de-France (appelée aussi *volume d'encombrement*) est le produit de la longueur du bouchon ramené à une voie et multipliée par sa durée. Le cumul de bouchons est mesuré en heures-kilomètres par file. Entre 1999 et 2009, le cumul moyen annuel de bouchon en Île-de-France a baissé de 9%. Il représente 61% des encombrements en France dont 19% sur le boulevard périphérique (URF, 2010).

Contrairement à la situation paulistaine, les bouchons sur le réseau primaire francilien tendent à se stabiliser voire à diminuer depuis quelques années.

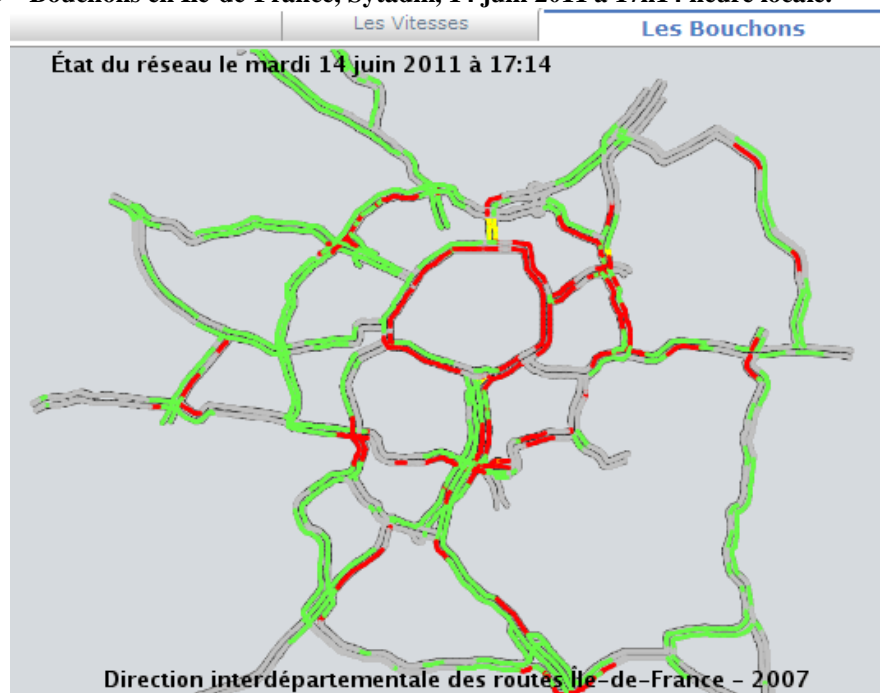
⁶⁷ Entretien avec L. Vilanova et S. Ming, ingénieurs trafic à la CET, le 7 octobre 2009 à São Paulo.

⁶⁸ La taille du réseau instrumenté par la CET est passée de 835 km en 2008 à 868 km en 2010, suite aux travaux de la Marginal Tietê.

⁶⁹ Données de la CET, disponibles sur le site d'information de la municipalité de São Paulo (http://infocidade.prefeitura.sp.gov.br/htmls/12_lentidao_media_no_transito_2000_248.html, consulté le 26 janvier 2012).

L'indicateur permet une représentation cartographique simple, disponible sur le site de la DIRIF et sur celui de la CET⁷⁰. Les tronçons avec des vitesses inférieures à 30 km/h, ou considérées comme basses, sont coloriés en rouge. Les tronçons avec des vitesses supérieures à 30 km/h ou avec des vitesses permettant une circulation fluide, sont coloriés en vert. Le jaune indique les tronçons en travaux. La figure ci-après est une capture d'écran de la carte des bouchons en Île-de-France proposée sur le site de la DIRIF. La carte est actualisée pour les 6 minutes ; celle de la CET toutes les 30 minutes.

Figure 19 - Bouchons en Île-de-France, Sytadin, 14 juin 2011 à 17h14 heure locale.



h) Une perspective comparatiste nouvelle à partir du facteur d'encombrement général

Enfin, il faut citer le travail proposé depuis 2010 par l'entreprise américaine INRIX. Ce travail analyse les vitesses sur voies rapides, collectées par GPS, dans les régions métropolitaines d'Amérique du Nord et d'Europe de l'Ouest. Bien que la méthodologie employée est discutable et, en particulier, le principe de vitesse de référence (voir chapitre 1), ce travail est intéressant du point de vue comparatif.

⁷⁰ Carte des bouchons sur www.sytadin.fr et *mapa de fluidez* sur www.cetsp.com.br.

INRIX calcule, pour chaque tronçon, une vitesse de référence à partir des vitesses de circulation de nuit, au moment où il y a le moins de circulation⁷¹. Puis, l'entreprise établit une vitesse moyenne pour chacune des quarante heures de pointe hebdomadaires (périodes de pointe de 6h à 10h et de 15h à 19h, du lundi au vendredi). Pour un tronçon donné à une heure de pointe donnée, la longueur du tronçon est multipliée par le ratio entre la vitesse moyenne et la vitesse de référence, appelé *ratio de temps de parcours* (ou taxe de temps de trajet) lorsque le ratio est supérieur à 1. Un *facteur d'encombrement* est obtenu pour le tronçon. Ce facteur d'encombrement est additionné aux autres facteurs d'encombrement calculés pour chacun des tronçons du réseau de voies rapides de la région métropolitaine. L'ensemble donne un *facteur d'encombrement général* à une heure de pointe donnée. Une moyenne est ensuite établie pour l'ensemble des heures de pointe. Cet indicateur permet de comparer les niveaux de congestion entre régions métropolitaines en période de pointe. Plus les régions sont vastes et les réseaux de voies rapides développés, plus il semblerait que le facteur d'encombrement général en période de pointe soit élevé. En 2010, l'Île-de-France est la seule des régions métropolitaines d'Europe de l'Ouest à être située dans la liste des cinq régions métropolitaines les plus congestionnées. Elle est précédée par Los Angeles et New York et suivie par Chicago et Washington (INRIX, 2011).

1.3 Les indicateurs de trafic

Nous complétons l'analyse par des indicateurs concernant les conditions de déplacements. Quels sont les effets de la congestion automobile sur les conditions de déplacement et, plus particulièrement, sur les temps de parcours ?

Nous regardons les retards qu'engendre la congestion (a) sur les temps de parcours puis la dégradation de la qualité des déplacements qu'elle suscite en augmentant leur variabilité (b).

⁷¹ La vitesse de référence par tronçon est limitée à 112 km/h. Cette limite est définie d'après la limitation de vitesse sur les autoroutes du Royaume-Uni qui constitue la limitation la plus basse de tous les pays analysés par INRIX.

a) Le temps en plus

La congestion entraîne-t-elle un allongement des temps de parcours ? Et cet allongement est-il conséquent ? Il est nécessaire de s'appuyer sur une situation de référence. Cette situation peut être le temps de parcours quand la circulation est fluide ou le temps de parcours qu'il faut, en moyenne, pour réaliser tel déplacement à tel moment de la journée et de la semaine.

Lorsqu'ils sont disponibles, les indicateurs sont peu homogènes d'une région à l'autre.

En Île-de-France, la DIRIF propose deux types d'indicateurs. Le premier indicateur concerne le *temps passé en circulation*. Il s'agit du temps passé à circuler par l'ensemble des véhicules empruntant le réseau des voies rapides, durant une période donnée. Les moyennes annuelles sont comparées. Ainsi, sur l'ensemble du réseau et pour l'ensemble de la journée (6h-20h), nous notons une faible augmentation du temps passé en circulation (+1,2%) en 2009 par rapport à 2008. L'augmentation est plus forte (+2,3%) pendant la période de pointe du soir (16h-20) et conduit à une baisse des vitesses (-1,1 km/h). Les radiales entre l'A86 et la Francilienne connaissent la plus forte augmentation du temps passé en circulation (+3,4%) sur l'ensemble de la journée (DIRIF, 2010). Le second indicateur proposé par la DIRIF est un *indice synthétique de congestion*, calculé en temps réel.

INRIX propose une méthodologie un peu différente de celle de la DIRIF. Cette méthodologie s'appuie, non pas sur un temps de parcours moyen, mais sur un temps de parcours en circulation fluide. L'entreprise calcule le *ratio de temps de parcours général*, appelé aussi *taxe de temps de trajet*, pour chacune des régions métropolitaines qu'elle analyse. Le facteur d'encombrement général, dont la méthodologie a été détaillée précédemment⁷², est divisé par la longueur totale du réseau. Une taxe de temps de trajet est obtenue pour la région métropolitaine à une heure de pointe donnée. Une moyenne est ensuite établie pour l'ensemble des heures de pointe. La taxe de temps de trajet est de 32% sur le réseau des voies rapides en Île-

⁷² Le facteur d'encombrement d'un tronçon à une heure de pointe donnée est obtenu en multipliant la longueur du tronçon par le ratio entre la vitesse moyenne et la vitesse de référence sur le tronçon (appelé *ratio de temps de parcours* ou *taxe de temps de trajet* du tronçon) lorsque le ratio est supérieur à 1. La somme des facteurs d'encombrement de tous les tronçons du réseau donne le *facteur d'encombrement général* pour l'ensemble des tronçons du réseau à une heure de pointe donnée (INRIX, 2011).

de-France. Cela signifie qu'il faut 32% de temps en plus, en période de pointe, pour réaliser un déplacement sur le réseau. Ainsi, un déplacement de 30 minutes, lorsque la circulation est fluide, dure 10 minutes de plus en période de pointe (+32%), soit 40 minutes. Plus la taxe de trajet est élevée, plus les temps de parcours s'allongent en période de pointe.

Dans le classement international établi par INRIX en 2010, l'Île-de-France est classée quatrième. La première place revient, comme pour le facteur d'encombrement général, à Los Angeles avec une taxe de temps de trajet de 35% (INRIX, 2011). Comme pour l'autre indicateur d'INRIX, la méthodologie est discutable⁷³. Mais elle est utile dans le sens où seul INRIX réalise une comparaison internationale de grandes métropoles, grâce à des indicateurs identiques. Nous regrettons que São Paulo et Mumbai ne fassent pas encore partie de son marché.

Les données concernant l'impact de la congestion sur les temps de parcours dans la région de São Paulo sont assez modestes. La CET ne produit pas d'information en temps réel sur ce point, à la différence de la DIRIF. Les grandes villes brésiliennes, dont São Paulo, connaîtraient une augmentation des temps de parcours en voiture particulière, pendant les périodes de pointe, de 25% à 30% en moyenne (IPEA-ANTP, 1998, p. 16). Elle se rapproche de la situation francilienne, selon les mesures d'INRIX. Il semblerait que plus de 50% du temps passé à circuler sur le réseau municipal s'effectue dans des conditions de saturation ou de congestion fréquente (IPEA-ANTP, 1998, p. 25).

Dans la région de Mumbai, la MMRDA informe sur le *retard en minutes par kilomètre* pendant les périodes de pointe et hors période de pointe. Cet indicateur complète l'information sur les vitesses de déplacements en période de pointe. L'ensemble du réseau, et pas seulement le réseau des voies rapides, est pris en compte. Ainsi, dans la ville insulaire, le délai par kilomètre varie entre 0 et 3 minutes et demi supplémentaires, en période de pointe, et 0 et 2 minutes en plus, hors période de pointe. La congestion ne serait donc pas restreinte aux périodes de pointe, telles qu'elles sont définies par les gestionnaires d'infrastructures. En banlieue, il est

⁷³ Nous n'adhérons pas au principe méthodologique selon lequel la situation de référence est une situation définie par des conditions de déplacement totalement fluides, autrement dit quand le réseau est vide. Nous pensons qu'un réseau viaire en milieu urbain n'est pas construit pour être vide (voir Prud'homme, 1999).

possible de mettre jusqu'à 3 minutes de plus, en période de pointe, pour parcourir un kilomètre, et une minute hors période de pointe. Dans le reste de la région métropolitaine, en dehors des zones urbaines de Thane et de Navi Mumbai, le retard, pendant et hors période de pointe, est insignifiant (MMRDA et LEA, 2008, p. 233).

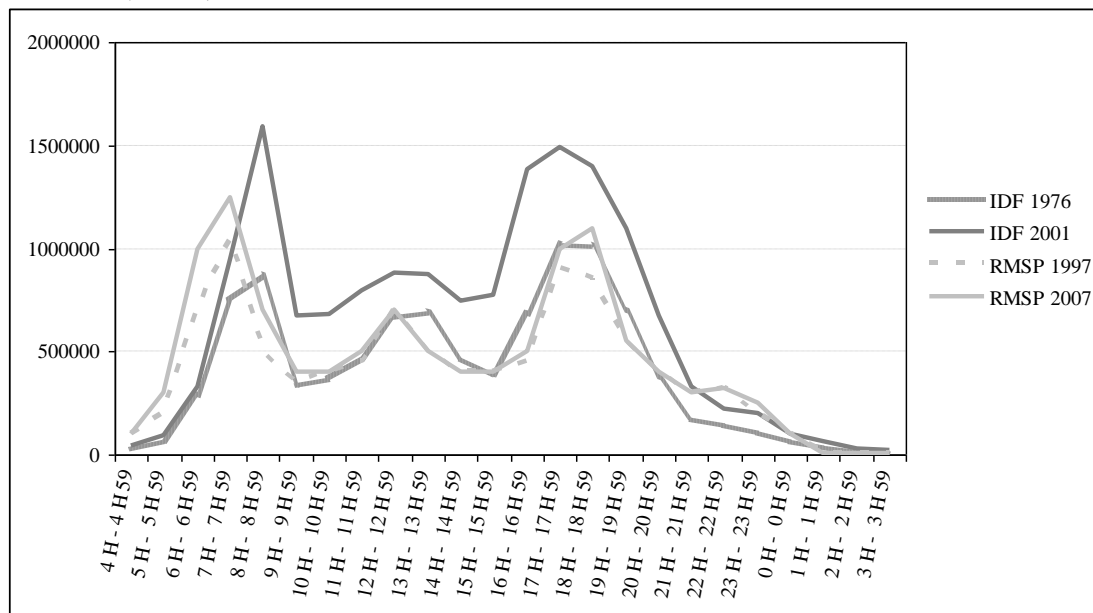
b) La qualité du déplacement : variabilité et fiabilité des temps de parcours

Aux heures de pointe, autrement dit en situation de congestion récurrente, le temps de parcours *moyen* s'allonge. La congestion récurrente affecte également la *variabilité* ou variance du temps de parcours. Cette variabilité de la demande est prévisible. Aux heures de pointe et à certaines périodes de l'année (départ en vacances, achats de Noël...), la demande croît. En situation de congestion non-récurrente, les temps de parcours sont non seulement variables mais aussi *imprévisibles*. Ces variations sont principalement dues aux incidents et aux conditions climatiques.

Tout d'abord, nous regardons la variabilité prévisible des temps de parcours en examinant le phénomène d'heures de pointe. Jusqu'à présent, nous nous référons aux périodes de pointe telles qu'elles sont définies par les gestionnaires d'infrastructures des métropoles étudiées. Nous nous plaçons maintenant du côté de la demande. Regardons la répartition journalière des déplacements en voiture particulière. Y-a-t-il un écrêtage des périodes de pointe ? Si tel est le cas, cela signifierait, de manière indirecte, que la congestion est un phénomène plus étalé dans la journée que nous le pensions. Pour cela, nous avons recours aux enquêtes de déplacements des ménages, utilisées au chapitre précédent.

La figure ci-après présente l'évolution de la répartition journalière des déplacements en voiture particulière en fonction de l'heure de départ, en Île-de-France et dans la région métropolitaine de São Paulo. Les données pour l'Île-de-France proviennent des Enquêtes globales de transport réalisées en 1976 et en 2001 (DREIF, 2001). Celles pour la région de São Paulo sont extraites des Enquêtes Origine et Destination de 1997 et de 2007 (Metrô, 2007).

Figure 20 - Évolution de la répartition journalière des déplacements en voiture particulière (en nombre de déplacements), en fonction de l'heure de départ, en Île-de-France et dans la région de São Paulo (RMSP).



Sources : DREIF, 2001 (enquêtes de 1976 et 2001) ; Metrô, 2007 (enquêtes de 1997 et 2007).

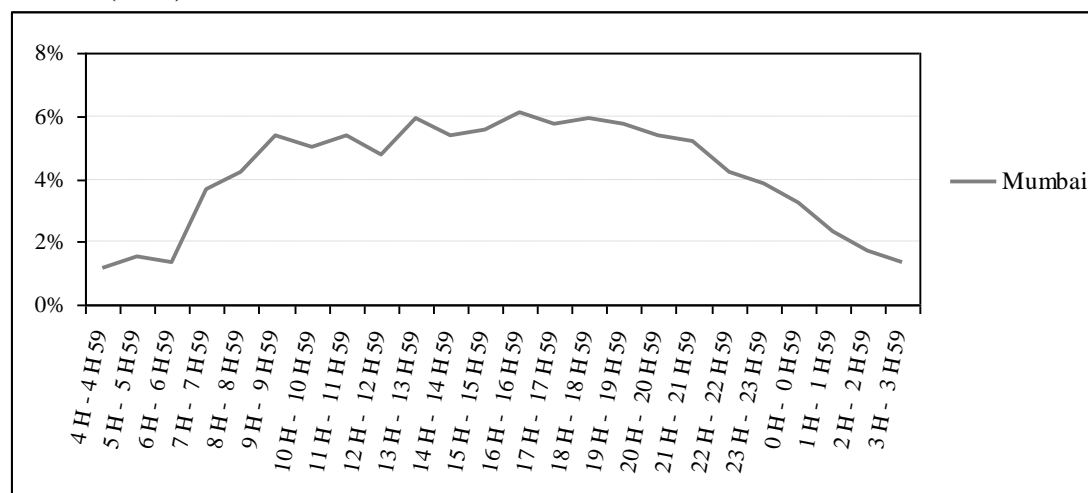
En Île-de-France, la période de pointe du matin s'étend de 7h30 à 9h. Elle culmine entre 8h et 8h30 du matin. La période de pointe du soir est plus étalée. Elle s'étend de 16h à 20h, avec un pic entre 18h et 18h30. En 25 ans, la pointe du matin s'est accentuée. En 1976, la tranche horaire de 8h à 8h30 concentrait 5,9% des déplacements journaliers en voiture particulière. En 2001, elle regroupe 6,3% du trafic journalier. La période de pointe du soir s'étale. Elle passe de trois heures (16h30-19h30) à quatre heures (16h-20h). Nous remarquons également la constitution d'un effet plateau entre les périodes de pointe du matin et du soir. Cet effet est dû au trafic engendré par les retraités et les inactifs (Dreyfus, 2005).

Dans la région de São Paulo, les déplacements en voiture particulière sont moins nombreux qu'en Île-de-France. Nous observons, cependant, les deux périodes de pointe du matin et du soir. La période de pointe du matin est plus précoce qu'en Île-de-France. Celle du soir est moins étalée. Plusieurs explications peuvent être avancées. En Île-de-France, les déplacements tendent à être plus tardifs le matin et les retours au domicile ont lieu plus tard le soir (Dreyfus, 2005). À São Paulo, l'existence du *rodízio* contraint une partie des déplacements automobiles. Depuis 1997, il est interdit de circuler dans le centre étendu, de 7h à 10h et de 17h à 20h, un jour par semaine, en fonction du numéro d'immatriculation de son véhicule. Nous observons

encore une petite pointe à l'heure du déjeuner qui, en Île-de-France, a progressivement laissé place à un plateau.

Dans la région de Mumbai, 60% des déplacements du domicile au travail, tous modes confondus, se concentrent le matin, entre 8h et 10h. Les retours au domicile s'étalent le soir, entre 17h et 23h (MMRDA et LEA, 2008, p. 133). L'enquête de comptage du trafic souligne que l'heure de pointe du matin concentre, selon les tronçons, entre 2,9% et 8,2% du trafic journalier et, en moyenne, 6,5%. L'heure de pointe du soir rassemble entre 4% et 10,6% du trafic journalier et, en moyenne, 7,4%. Cependant, l'heure de pointe, qu'il s'agisse de celle du matin ou de celle du soir, varie d'un tronçon à l'autre (MMRDA, 2008, p. 4-24). De même, sur certains tronçons, le trafic tend à s'étaler toute la journée, sans former de véritable pointe. Cela est le cas du tronçon nord de la voie rapide occidentale (WEH), dans la banlieue ouest (MMRDA et LEA, 2008, p. 147).

Figure 21 - Exemple de répartition journalière du trafic en unité de voitures particulières à Mumbai (en %).

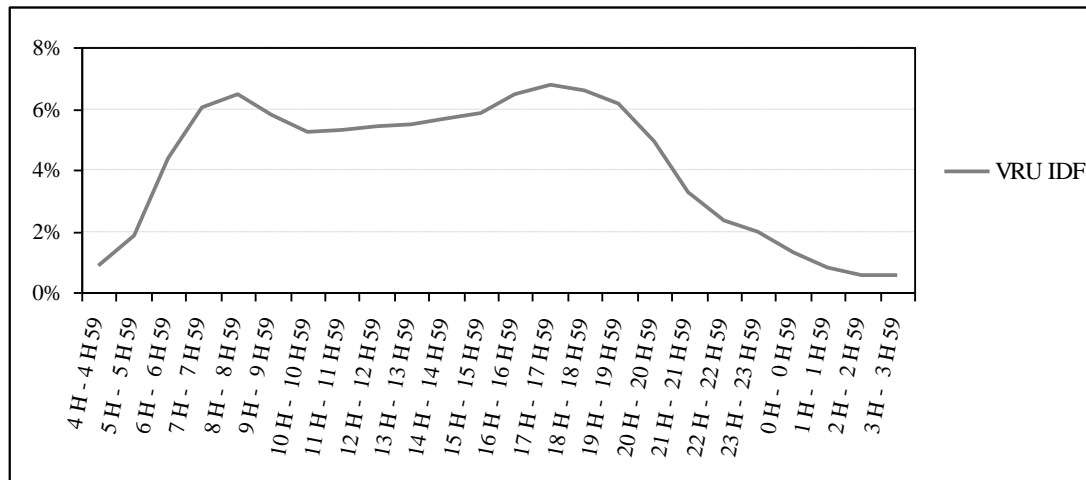


Sources : MMRDA, 2008 et MMRDA, 2009b.

Regardons, sur la figure suivante, la répartition journalière du trafic sur le réseau des voies rapides d'Île-de-France. Nous remarquons un maintien des périodes de pointe du matin et du soir avec, néanmoins, un plateau en cours de journée. Ce plateau est plus marqué que précédemment, lorsque nous avons examiné les déplacements en voiture recensés dans l'Enquête globale de transport de 2001. Cela s'explique par le fait que la DIRIF comptabilise l'ensemble du trafic sur voies rapides, et pas seulement les déplacements en voiture. À l'inverse, l'Enquête globale de

transport ne prend en compte que les déplacements en voiture des ménages franciliens.

Figure 22 - Répartition journalière du trafic sur le réseau des voies rapides urbaines (VRU) en Île-de-France (en %).



Source : comptages horaires moyens en 2009, DIRIF, 2011.

En conclusion, les périodes de pointe, autrement dit les périodes de congestion récurrente, se dessinent plus clairement en Île-de-France et dans la région de São Paulo que dans la région de Mumbai. Dans celle-ci, le trafic semble davantage étalé sur la journée. L'étalement du trafic au cours de la journée rend-il les temps de parcours moins fiables ?

La variabilité et la fiabilité des temps de parcours conditionnent la qualité des déplacements en automobile. Or, les usagers accordent à la *fiabilité* des temps de parcours, et donc à leur *prévisibilité*, une valeur plus élevée qu'au temps lui-même (de Jong, 2009 ; Bates et al, 2001 ; Lam et Small, 2001).

Souvent, c'est en période de pointe, lorsque le trafic est dense, instable et donc très sensible à tout incident, que des problèmes de fiabilité des temps de parcours apparaissent. Le *Transportation Texas Institute* a élaboré un indice de marge (*buffer time index*), partant du principe qu'une fois sur vingt, soit un jour ouvré par mois, les conditions de circulation sont vraiment mauvaises. Le temps supplémentaire prévu pour réaliser un déplacement en période de pointe ne suffit alors pas. Il calcule, pour chacune des régions métropolitaines américaines, l'indice de marge. Cet indice recouvre le temps supplémentaire qui permet d'annuler le risque de variabilité non

prévisible du déplacement et d'être à l'heure à un rendez-vous important, même dans des situations de circulation très denses (Schrank et Lomax, 2010).

Un tel indicateur n'existe pas, pour le moment, dans les régions étudiées. L'enquête de 2009 sur le baromètre d'image des voies rapides urbaines d'Île-de-France souligne que 65% des 600 usagers interrogés déclarent préférer un itinéraire plus long, mais avec un temps de parcours plus fiable, à un itinéraire plus rapide, mais dont le temps de parcours fluctue. Néanmoins, dans la vague d'enquête précédente, en 2001, ils étaient 81% à faire ce choix (DIRIF, 2011). Selon l'explication avancée par la DIRIF, les usagers ont davantage confiance dans les messages délivrés pendant ou avant le trajet (panneaux à messages variables, radio, site Internet Sytadin...). Il semblerait donc que l'information trafic soit un des moyens pour pallier le manque de fiabilité des temps de parcours et atténuer, ainsi, l'anxiété des automobilistes.

Lors de l'enquête qualitative réalisée auprès de ménages motorisés (chapitre 8), la centaine des répondants a été confrontée à un premier scénario sur l'accroissement de la variabilité, non prévisible, des temps de parcours. Puis elle a dû se prononcer sur un second scénario concernant l'allongement systématique des temps de parcours. Il est apparu, au cours de l'enquête, que les répondants franciliens et paulistains avaient plus de difficultés à comprendre le sens du premier scénario que du second. C'est l'inverse pour les répondants mumbaikars. Pour certains d'entre eux, il semblait peu étonnant de mettre, certains jours, jusqu'à trois fois plus de temps qu'en moyenne pour rentrer chez eux. Les temps de parcours apparaissent plus fiables en Île-de-France et dans la région de São Paulo que dans la région de Mumbai où la congestion tend à s'étendre sur l'ensemble de la journée.

1.4 Synthèse sur les indicateurs

L'étude des indicateurs de la congestion caractérise les manifestations spatiales et temporelles de la congestion.

En Île-de-France, c'est d'abord une congestion sur voies rapides, principalement en petite couronne (A86), qui se diffuse en périphérie (Francilienne). Elle reste principalement concentrée pendant les heures de pointe.

Dans la région de São Paulo, la congestion est particulièrement intense dans le centre étendu et pendant les heures de pointe. La situation continue à se dégrader dans le centre étendu et à s'étendre sur les radiales, en périphérie.

Dans la région de Mumbai, la congestion est forte dans la ville insulaire et se diffuse en banlieue. La circulation tend à être dense toute la journée. Les temps de parcours sont plus variables que dans les deux autres régions.

Cette étude confirme l'hypothèse selon laquelle les territoires touchés par la congestion sont ceux où résident le plus grand nombre de ménages motorisés. Ce sont donc ceux où les déplacements en automobile sont les plus nombreux : les espaces centraux à São Paulo et Mumbai, la grande couronne en Île-de-France. Or, les ménages motorisés au Brésil et en Inde sont encore principalement des ménages aisés qui résident en majorité dans les espaces centraux, alors qu'en Île-de-France, l'automobile est accessible à toutes les classes sociales. Par des effets de ségrégation résidentielle et de localisation de l'emploi, les ménages modestes, en particulier ouvriers, ont tendance à davantage résider en grande couronne francilienne, où l'usage de la voiture est requis, que les ménages plus aisés. Ils ont donc une probabilité plus grande de se trouver pris dans les embouteillages.

En Île-de-France, nous observons, ainsi, une dilution spatiale et sociale de la congestion automobile. Cette dilution de la congestion est-elle le signe d'une atténuation de la congestion ? Y aurait-il des processus en cours en Île-de-France qui susciteraient un retour à des niveaux de congestion que connaissent actuellement les espaces centraux de São Paulo et de Mumbai ?

2. Les évolutions de la congestion automobile : atténuation ou reprise ?

Nous avançons l'hypothèse selon laquelle les manifestations sociales et spatio-temporelles de la congestion automobile évoluent en fonction du développement du système automobile. Celui-ci repose à la fois sur la hausse des revenus des ménages, qui favorise la motorisation, et sur l'évolution de formes urbaines, en particulier l'étalement urbain, qui encourage l'usage automobile. Nous examinerons l'évolution des manifestations de la congestion avant de réfléchir à la transposition de cette évolution, des grandes villes occidentales aux grandes villes des pays émergents. Nous nous interrogerons, ensuite, sur un possible retournement de situation qui se traduirait, en Île-de-France, par une reprise de la congestion. Les processus démographiques, sociaux, économiques, environnementaux et politiques, en cours dans la région, seront analysés.

2.1 Le rôle de la hausse des revenus et de l'évolution des formes urbaines

D'un point de vue historique, la relation entre étalement urbain et congestion serait divisée en deux temps. D'abord, le desserrement de l'habitat entraînerait une congestion sur les axes radiaux. Puis, le desserrement des emplois et des services provoquerait une congestion sur les axes radiaux et les rocade (Bovy et Salomon, 2002, p 148). Nous présentons ces phases d'évolution de la congestion en fonction de la forme urbaine : avant l'étalement urbain (phase 1), pendant la phase de déconcentration des populations (phase 2), puis pendant celle de déconcentration des emplois et des services (phase 3). Des variables de richesse, de motorisation, d'offre viaire, d'offre en transports en commun et de gouvernance complètent la description.

(1) Lors de la première phase, les métropoles se caractérisent par de fortes densités de populations et d'emplois dans leurs espaces centraux. Le parc automobile reste de taille modeste, car seuls les ménages le plus aisés sont motorisés. Pourtant,

les espaces centraux connaissent une congestion automobile intense. Elle s'explique par un réseau viaire, souvent de petite taille, peu adapté à la circulation automobile. Le trafic est mixte et la chaussée sert à la fois à la circulation et au commerce. Les vitesses de circulation sont faibles. Elles pénalisent également les usagers des bus, ralentis par les embouteillages.

(2) Pendant la deuxième phase, les métropoles s'étendent. La périurbanisation de l'habitat est renforcée par le développement d'une motorisation de masse. Les ménages, dont les revenus augmentent, s'équipent en automobiles. Ils s'installent dans des zones périurbaines que desservent mal les transports en commun. Face à cette hausse de la demande en déplacements motorisés, les pouvoirs publics répondent en développant des autoroutes en périphérie, qui déversent plus encore de voitures dans le centre. La congestion des espaces centraux s'étend aux axes radiaux. Les réseaux radiaux de transports en commun en site propre soulagent une partie de la congestion automobile.

(3) Enfin, la troisième phase renforce le phénomène d'étalement urbain, d'abord des populations puis des emplois. En France, le desserrement des emplois succède au desserrement des populations. Il s'agit principalement d'une périurbanisation de petits emplois de service. Beaucoup plus tardif que le desserrement des populations, le desserrement des emplois aux États-Unis se caractérise par l'installation d'entreprises en zones périurbaines, employant la main d'œuvre féminine qui réside dans ces espaces (Bruegmann, 2005). Lors de cette troisième phase, la majorité des ménages ont les moyens nécessaires pour se motoriser. Certains mêmes, habitant des zones périphériques non ou très mal desservis par les transports en commun, deviennent dépendants de l'automobile. La congestion sort de la ville et s'étale en périphérie. Le réseau maillé des voies rapides en périphérie marche à capacité. Il devient chroniquement congestionné. Le réseau des transports en commun marche également à capacité et apparaît saturé aux heures de pointe.

La congestion automobile peut être ainsi décrite comme une course-poursuite entre la demande automobile et l'offre viaire. Lors de la première période, la demande est balbutiante et l'offre inadaptée. Lors de la seconde période, la demande explose et l'offre, en pleine expansion, cherche à rattraper la demande. La troisième période est celle d'une motorisation qui se tasse et d'une offre qui ne croît guère plus. La

congestion tend, alors, à se stabiliser dans l'espace (zones périphériques) et dans le temps (heures de pointe).

Ces trois périodes se retrouvent dans l'histoire de l'automobile à Paris (Flonneau, 2005).

(1) L'automobile commence à se banaliser à partir des années 1910. Une politique qui lui est dédiée se met progressivement en place. L'espace urbain est aménagé en fonction des exigences des usagers motorisés (Flonneau, 2005, p. 81)⁷⁴.

(2) Les années 1960 amorcent la grande époque de l'automobile. Une politique de grands travaux permet une augmentation régulière et importante du trafic, alors que se dégrade la qualité de service des bus.

(3) Pourtant, dès le milieu des années 1970, la construction d'autoroutes urbaines s'arrête au profit de l'aménagement et de l'exploitation de la voirie. « L'endiguement de la submersion automobile passe par une stabilisation de la circulation et, dans un second temps, par une relance des transports en commun de surface » (Flonneau, 2005, p. 237).

Cette périodisation se retrouve aussi dans les autres grandes villes occidentales. De façon ordonnée et relativement lente, elles sont passées de l'état de la ville pedestre à celui de la ville des transports en commun puis de l'automobile (Kenworthy, 2011, p. 76). Nous développons l'exemple de Londres.

(1) La capitale britannique est marquée par la mise en place de réseaux de transports collectifs radiaux dès le XIX^{ème} siècle. Ces réseaux encouragent une déconcentration de la population. Ils permettent de dédensifier un centre, étroit et encombré, qui n'a pas connu des grands travaux, comme Paris sous Haussmann. L'automobile occupe une place encore marginale.

(2) Après 1945, la déconcentration conjointe des populations et des emplois est encouragée par l'amélioration des réseaux ferrés et routiers, alors que les ménages s'équipent de plus en plus en automobiles.

(3) Le pragmatisme des années 1970, renforcé dans les années 1990, limite la construction de voies rapides. Il part du constat que, sauf au prix de très coûteux

⁷⁴ L. Chevalier (1977) date l'« assassinat » de Paris de 1955 car, cette année-là, un certain nombre d'avenues parisiennes ont subi un élargissement de la chaussée. Les trottoirs ont été rétrécis, les arbres ont été abattus, les petits commerces ambulants ont disparu... (cité par Flonneau, 2005, p. 191)

investissements, elles ne peuvent assurer l'ensemble des déplacements. Cette absence de voies rapides au centre aggrave la congestion. Ainsi, dès cette période, l'espace métropolitain est clairement divisé entre les espaces centraux et les périphéries. Dans les espaces centraux, les ménages utilisent les transports collectifs et parcourent des distances relativement modestes. Dans les périphéries, les ménages sont de plus en plus captifs de l'automobile, sauf pour les déplacements vers le centre. Cette automobilisation des périphéries, malgré la congestion croissante du réseau routier, explique, en plus des déplacements en train vers le centre, l'allongement continu des distances parcourues (Appert, 2005, p. 123).

Intéressons-nous maintenant aux métropoles des pays émergents, et, en particulier, à São Paulo et à Mumbai. Il semble possible de les situer dans cette chronologie.

Mumbai appartiendrait à la fin de la première période. La congestion est intense dans les espaces centraux de la région métropolitaine de Mumbai. Le taux de motorisation reste faible, bien qu'en forte croissance. Seuls les ménages aisés possèdent des automobiles. Le trafic sur les avenues, moins sur les voies rapides, est hétérogène. Les vendeurs ambulants qui empiètent sur la chaussée sont nombreux. Le réseau viaire est peu hiérarchisé. Cela crée des conflits d'usage, particulièrement aux points de franchissement des voies ferrées.

São Paulo se situerait plutôt dans la seconde période. Le réseau viaire est beaucoup plus développé et mieux hiérarchisé que celui de Mumbai. Et le taux de motorisation plus élevé. La congestion affecte davantage le bus que la voiture. Face à des temps de parcours beaucoup plus longs en bus qu'en voiture, les ménages, dès qu'ils en ont les moyens financiers, acquièrent une automobile. La part des déplacements en voiture augmente, mais faiblement, car elle est contrainte par la congestion du réseau. La conséquence est un allongement des heures passées à se déplacer, malgré une réduction des distances parcourues. Le temps passé dans les embouteillages augmente la vulnérabilité physique des automobilistes, face aux attaques à main armée⁷⁵. La congestion reste principalement localisée dans le centre étendu, tandis qu'émerge un phénomène de déconcentration de la congestion vers les

⁷⁵ Selon les données de la Police militaire, les attaques ont surtout lieu pendant la pointe du soir. L'axe le plus dangereux de la municipalité de São Paulo serait la Marginal Pinheiros, avec, en moyenne, une attaque armée par jour (*O Globo*, article du 12 mai 2011).

radiales. Ce phénomène s'explique, entre autres, par le fait que les classes moyennes puis populaires, résidant en banlieue et en périphérie, commencent à se motoriser.

Ainsi, les exemples de Mumbai et São Paulo semblent, en partie, valider l'hypothèse d'une évolution, plutôt linéaire, des manifestations spatio-temporelles et sociales de la congestion. Elle serait liée au développement du système automobile. Pour autant, cela n'est pas si simple et certaines nuances sont à apporter.

2.2 La rapidité du changement économique, accélérateur de congestion

Ce qui différencie les métropoles des pays émergents des métropoles des pays industrialisés, c'est l'intensité avec laquelle les enjeux de mobilité en général, et de congestion en particulier, sont posés (Gakenheimer et Zegras, 2004).

La rapidité du changement économique caractérise les villes des pays émergents. Elle bouscule les périodes d'évolution du système automobile, entraînant une coexistence confuse entre les systèmes de transport d'avant l'automobile et le système automobile (Dimitriou et Gakenheimer, 2011, p. 4). Ainsi, le niveau actuel de motorisation dans les villes asiatiques en développement serait plus élevé que dans les villes des pays industrialisés quand elles étaient au même stade de développement du système automobile (Kenworthy, 2011, p. 74, d'après Barter, 2000). Souvent, ces villes à la motorisation rapide connaissent un décalage entre la forme urbaine, les réseaux de transport disponibles et les nouveaux comportements de déplacement des habitants.

Pour autant, ces métropoles dont le système automobile est en constitution sont-elles favorables à une motorisation de masse ? Face à ce qui se passe ou s'est passé dans d'autres métropoles, pourquoi ne rejettent-elles pas le système automobile ? Il semble qu'en ce début de XXI^{ème} siècle, les politiques et les urbanistes participent, de plus en plus, à une vision mondialisée de la motorisation portée, de manière souvent agressive, par les constructeurs automobiles (Dimitriou, 2011, p. 19). Beaucoup de gouvernements des pays émergents, en particulier asiatiques, voient la

motorisation de leur pays, et de leurs villes, comme l'accomplissement d'une vision de développement et un signe de leur bonne santé économique. Le système automobile est aussi l'occasion de remplacer des systèmes de transport plus anciens, considérés comme archaïques par les populations locales et la puissance publique. Nous pensons au vélo en Chine ou aux transports collectifs dans les pays de l'ex-Union soviétique. Ainsi, la rapidité de la croissance du parc automobile, couplée à des réseaux viaires non adaptés à l'usage automobile, rend la congestion plus intense dans les grandes villes des pays émergents que dans celles des pays industrialisés.

2.3 Vers une reprise de la congestion ?

L'exemple des métropoles des pays émergents montre que la concordance progressive des formes urbaines, des réseaux de transport et des comportements de déplacement apparaît nécessaire pour que l'intensité de la congestion s'atténue. Autrement dit, plus le système automobile est développé, moins l'intensité de la congestion est forte. Mais l'étude de la congestion à partir des indicateurs d'infrastructures a montré que cela n'a rien d'évident. D'après les processus en cours, il semblerait que la congestion des espaces centraux de São Paulo et de Mumbai préfigure une possible situation en Île-de-France, que semblent déjà connaître les périphéries londoniennes.

C'est en petite couronne francilienne que le dynamisme démographique est actuellement le plus fort. Paris, pour la première fois depuis cinquante ans, regagne des habitants. Mais l'augmentation de population est moins rapide qu'en petite et grande couronnes. Et même s'il est en baisse, le déficit migratoire à Paris reste plus élevé que dans le reste de l'Île-de-France. En grande couronne, les gains de population sont moins rapides que dans les décennies précédentes. Ils viennent du solde naturel alors que, dans les années 1960-70, ils provenaient, en grande partie, de l'excédent migratoire. En revanche, en Seine-et-Marne, notamment dans la ville nouvelle de Marne-la-Vallée, la croissance démographique demeure élevée (Louchart, 2008 ; Mary-Portas et Jacob, 2009). Si les tendances démographiques et migratoires se poursuivent, il est estimé que l'Île-de-France gagnera un million d'habitants d'ici

2030. La croissance démographique se concentrera en petite et grande couronnes. Paris continuera à perdre des habitants (Salembier, 2007).

Nous regardons le parcours résidentiel des ménages franciliens. Cette tendance centrifuge se confirme (Beaufils et Bonvalet, 2006). L'examen des programmes de logements en cours permet de dégager une double tendance actuelle de la construction : un recentrement en petite couronne et un émiettement plus grand en grande couronne. Les tendances à venir en matière de logements sont moins claires qu'en termes de population. Les autorisations de logements en Île-de-France en 2009 et 2010, issues de la base de données Sit@del2, indiquent une reprise de la construction en petite couronne (Gagnière, 2012).

Les migrations résidentielles, sous l'effet des prix immobiliers et de l'impact différencié de la rénovation urbaine, accentuent les disparités de richesse au sein de l'Île-de-France, particulièrement à Paris et en petite couronne (Sagot, 2011a). Les bas revenus sont un peu moins nombreux en Seine-Saint-Denis et dans le Val-de-Marne. Ils se sont fortement accrus dans les Hauts-de-Seine et sensiblement dans les Yvelines, la Seine-et-Marne et Paris. Les hauts revenus ont progressé partout, surtout à Paris et dans les Hauts-de-Seine. Les revenus moyens sont majoritaires en grande couronne. La situation tend à s'améliorer aux franges de l'Île-de-France, notamment en Seine-et-Marne (Sagot, 2011b).

Nous examinons la localisation des emplois en Île-de-France. Les emplois se structurent principalement autour de Paris, de la Défense, puis des pôles situés autour du boulevard périphérique et, enfin, des pôles de grande couronne dont les villes nouvelles. Depuis les années 1980, la répartition de l'emploi en Île-de-France se modifie au détriment de Paris. Le polycentrisme se renforce. Le déséquilibre entre l'est et l'ouest résiste, en dépit de la forte croissance de Marne-la-Vallée, de Roissy et du pôle de Bercy (Leroi, 2006).

Concernant les fonctions de commandement, les tendances à venir consistent en un débordement de Paris et de la Défense vers les communes limitrophes, entre le boulevard périphérique et la rocade A86. Ce débordement se poursuit dans le quart sud-ouest de l'agglomération et, de façon plus modeste, à l'est, le long du RER A en direction de Marne-la-Vallée (Diziain, 2009).

Concernant les fonctions productives, nous observons, en grande couronne, le développement d'un large croissant nord-est de zones d'activités économiques et de parcs logistiques. Il part de la Seine et va jusqu'à Évry, en passant par Cergy, Roissy, Marne-la-Vallée et Évry-Sénart, le long de la Francilienne (Saigault, 2006).

Ainsi, nous relevons une double tendance. La première, majoritaire, se traduit par un recentrement des populations et des emplois en petite couronne, au détriment de Paris. La seconde, contraire à la première, consiste en la poursuite de l'étalement résidentiel et de certains types d'activités en grande couronne. Quel est l'impact à venir de cette double tendance sur la mobilité quotidienne ? La tendance au recentrement en petite couronne se traduira, très probablement, par une pression accrue sur l'usage de réseaux déjà chroniquement saturés. Nous pensons aux réseaux routiers comme l'A86 et aux réseaux de transports en commun comme la ligne A du RER, dont la fréquentation a fortement augmenté ces dernières années⁷⁶. Il est très probable que les déplacements petite couronne à petite couronne se fassent davantage en voiture particulière qu'en transports en commun. Ceux-ci sont plus efficaces pour les déplacements vers ou dans Paris que de banlieue à banlieue. L'usage de la voiture sera également encouragé par la multiplication des places de stationnement prévues dans les programmes de construction de bureaux en petite couronne. En grande couronne, la tendance à la poursuite de l'étalement urbain se caractérisera par un trafic qui continuera d'augmenter sur la Francilienne et sur les radiales entre la Francilienne et l'A86, en direction de la petite couronne. Les distances parcourues continueront, également, de s'allonger.

Par ailleurs, les injonctions environnementales et énergiques actuelles, la politique menée par la Ville de Paris et les choix de planification au niveau régional n'amélioreront, vraisemblablement, pas ou peu, ni à court ni à moyen termes, les conditions de circulation. Tout d'abord, la lutte contre le réchauffement climatique

⁷⁶ Le nombre de journées à plus d'un million de voyageurs sur la ligne A du RER est passé de 7 en 2003 à 151 en 2009 (http://www.ratp.fr/fr/upload/docs/application/pdf/2011-02/dp_mi09.pdf, consulté le 20 janvier 2012). De manière générale, la demande a augmenté sur le réseau lourd de transports en commun sans que l'offre ne suive. Ainsi, la fréquentation des lignes de RER et de trains de banlieue a augmenté de 18% entre 2000 et 2009 alors que l'offre n'a augmenté que de 4% (OMNIL, 2011).

préconise une baisse de l'usage de l'automobile au nom du Facteur 4⁷⁷. Cela se traduit, dans les documents de planification, en particulier dans le Schéma Directeur de la Région Île-de-France de 2008, par des investissements routiers limités. Il s'agit « d'optimiser le fonctionnement des réseaux routiers complétés ». Autrement dit, l'objectif est de compléter le maillage du réseau primaire, en prolongeant la Francilienne, l'A16 et l'A12. Quelques redimensionnements sont également envisagés, notamment sur les autoroutes A86 et A104 (Conseil régional d'Île-de-France, 2008, p. 83). Parallèlement, depuis plus de dix ans, la Ville de Paris mène une politique qui cherche à restreindre l'usage de la voiture, en dégradant les conditions de circulation sur les boulevards parisiens. Le projet de fermer les voies rapides sur berges, souvent utilisées par les Franciliens comme une alternative au boulevard périphérique et à l'A86, est également décidé. Au niveau régional, une alternative modale est envisagée par les pouvoirs publics. Prévu dans le Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la région de 1965 mais jamais réalisé (Navarre, 2010), le projet de métro en rocade en petite couronne, appelé *Grand Paris Express*, est de nouveau d'actualité. Le tracé est en cours d'adoption. La ligne ne sera pas livrée avant 2025 au plus tôt (*Le Monde*, article du 26 mai 2011).

Toutes choses étant égales par ailleurs, et sans remise en cause des processus démographiques, sociaux, économiques, environnementaux et politiques en cours en Île-de-France, une reprise de la congestion automobile en petite couronne est, très vraisemblablement, envisageable à l'horizon 2020-25. Le niveau de congestion sera probablement aussi intense que celui des espaces centraux des régions de Mumbai et São Paulo aujourd'hui. De surcroît, les travaux du métro *Grand Paris Express* aggraveront, temporairement, la situation. En grande couronne, la Francilienne et les radiales entre la Francilienne et l'A86 risqueront, également, d'être saturées.

⁷⁷ Il désigne l'objectif de diviser par 4 les émissions nationales de gaz à effet de serre d'ici 2025, afin de contenir le réchauffement climatique (<http://www.developpement-durable.gouv.fr/FACTEUR-4-La-reponse-au-defi.html>, site consulté le 12 février 2012).

3. Conclusion du quatrième chapitre

Le recours aux indicateurs d'infrastructures et de trafic a permis d'examiner les manifestations spatiales et temporelles de la congestion automobile dans les régions métropolitaines de Paris, de São Paulo et de Mumbai. Suite à cette analyse, nous confirmons l'hypothèse avancée au chapitre 3 selon laquelle les ménages motorisés affectés par la congestion sont, en Île-de-France, plutôt des ménages modestes qui vivent en grande couronne et, dans les régions de São Paulo et de Mumbai, des ménages aisés qui résident dans les espaces centraux.

Il est apparu que plus le système automobile est développé, plus les manifestations spatiales de la congestion se diluent dans l'espace métropolitain. En conclusion de la première partie, nous avons présenté une première hypothèse de travail sur *l'atténuation de la congestion*. Selon cette hypothèse, les degrés de perturbation s'atténuant avec le développement du système automobile (l'écart entre la demande et l'offre tend à se résorber), il y a moins de congestion dans l'aire métropolitaine de Paris que dans celle de São Paulo, et dans celle de São Paulo que dans celle de Mumbai.

Cette hypothèse ne se révèle pas tout à fait juste. Il conviendrait de parler plutôt de *dilution* que d'atténuation de la congestion. La congestion automobile est le résultat d'un déséquilibre, à un moment donné en un point donné, entre la demande automobile et l'offre viaire. L'Île-de-France n'est pas moins embouteillée que les régions de São Paulo et de Mumbai. Mais les embouteillages sont plus dilués dans l'espace, et plus concentrés dans le temps, que dans les deux autres métropoles. Dans les espaces centraux, la congestion est plus intense à Mumbai qu'à São Paulo, et à São Paulo qu'à Paris. Si nous examinons le réseau de voies rapides à l'échelle métropolitaine, la congestion est aussi intense en Île-de-France que dans les deux autres régions.

Nous avons voulu ensuite vérifier l'hypothèse d'une évolution linéaire entre les manifestations de la congestion, qu'elles soient spatiales, temporelles et sociales, et le développement du système automobile. Deux conclusions ont été tirées.

Tout d'abord, nous avons repéré trois étapes d'évolution de la congestion automobile en fonction du décalage, suscité par l'évolution des formes urbaines, entre la demande automobile et l'offre viaire :

- une congestion des espaces centraux peu adaptés à l'automobile et dont le parc est encore modeste ;
- une congestion des espaces centraux qui s'étend aux radiales dans un contexte d'explosion de la motorisation ;
- une congestion des espaces périphériques dans un contexte de ralentissement de l'offre viaire et de faible croissance de la motorisation.

Or, ces étapes sont identifiables lorsque nous étudions le développement du système automobile dans les métropoles occidentales. Elles sont plus difficiles à reconstituer dans le cas des métropoles des pays émergents. Il semblerait que la rapidité du changement économique dans ces pays provoque une accélération du développement du système automobile. Les phases auraient tendance à se superposer, au lieu de s'enchaîner progressivement sur un temps long.

Par ailleurs, ces différentes étapes d'évolution de la congestion interrogent sur la suite du processus. L'hypothèse, énoncée à la fin de la première partie, *de reprise possible de la congestion*, nous paraît probable. L'hypothèse est la suivante : l'atténuation de la perturbation s'explique par des phénomènes de régulation qui, améliorant l'offre et/ou maîtrisant la demande, résorbent l'écart entre l'offre et la demande. Cette résorption n'est pas à tenir comme acquise. Nous supposons que pour des raisons diverses, économiques, politiques ou idéologiques, la congestion peut reprendre. Le Mumbai d'aujourd'hui préfigure-t-il le Paris de demain ? Toutes choses étant égales par ailleurs, il semble probable que l'intensité de congestion, que connaissent aujourd'hui les espaces centraux de Mumbai et de São Paulo, se retrouve en Île-de-France à l'horizon 2020-25. Une différence importante est à noter : ce ne sont ni les espaces centraux ni les seuls ménages aisés qui seront concernés, comme c'est le cas aujourd'hui à São Paulo et à Mumbai. Cette reprise de la congestion touchera, très probablement, les classes aisées et moyennes, résidant en petite et grande couronnes, travaillant principalement en petite couronne, et se rendant sur leur lieu de travail en voiture où elles auront une place de stationnement. Elles utiliseront les voies rapides très saturées (rocales A86 et Francilienne et radiales entre A86 et

Francilienne). Leurs temps de parcours seront, probablement, toujours plus courts qu'en transports en commun, du moins avant que le *Grand Paris Express*, la ligne de métro automatique en proche banlieue, ne soit opérationnel.

CONCLUSION DE LA DEUXIÈME PARTIE

L'étude de la congestion automobile, à travers ses manifestations sociales (chapitre 3) et spatio-temporelles (chapitre 4), a montré que le système automobile, quel que soit son niveau de développement, peut voir son fonctionnement perturbé. Pour autant, les situations de congestion restent chroniques. Dans aucun des trois exemples étudiés, très contrastés et réputés pour leur niveau de congestion, nous n'avons rencontré de situations de paralysie complète du système, pourtant souvent annoncées. Il semblerait donc que le système automobile s'adapte pour survivre aux perturbations qui l'affectent.

L'objet de la partie suivante, troisième et dernière partie de la thèse, est de valider l'hypothèse selon laquelle la congestion automobile ne menace pas la permanence du système automobile. Il s'agit de comprendre comment les différents acteurs du système, grâce à l'ensemble de leurs régulations, arrivent à maintenir la congestion à un degré qui ne menace pas le système. Il s'agit du degré de congestion tel que nous avons pu l'étudier dans chacune des trois métropoles. Pour autant, ce degré de congestion est-il suffisamment faible pour permettre aux ménages motorisés de préserver leur qualité de vie ? Ou doivent-ils modifier leur comportement ?

TROISIÈME PARTIE

-

LES MÉCANISMES D'ADAPTATION DU SYSTÈME AUTOMOBILE FACE À LA CONGESTION

Le diagnostic des manifestations de la congestion réalisé dans la deuxième partie (chapitres 3 et 4) a conclu sur l'existence de situations de saturation chronique. Elles sont observables dans les régions métropolitaines de Paris, de São Paulo et de Mumbai, sans que le système automobile n'apparaisse, pour autant, complètement paralysé. Le système réagit donc face à la congestion automobile qui perturbe son bon fonctionnement. Ainsi, les degrés de congestion mesurés au chapitre 4 expriment le niveau *révélé* de perturbation du système (Bovy et Salomon, 2002, p. 153), qui prend en compte les régulations du système. Quelles sont ces régulations ? Quels acteurs les mettent en place au sein du système ?

Dans cette troisième partie, nous cherchons à tester l'hypothèse selon laquelle les stratégies d'adaptation à la congestion assurent la permanence du système automobile. Les régulations diffèrent selon le type d'acteurs, le niveau de développement du système automobile et l'aire métropolitaine à laquelle le système appartient.

Comme nous l'avons développé au chapitre 2, l'organisation du système automobile en trois niveaux de réseaux mène à étudier trois types de régulation : les *macro-régulations* à travers l'évaluation des politiques publiques, les *méso-régulations* à travers l'examen des manifestations des acteurs collectifs intermédiaires

(entreprises, communautés, associations...) et les *micro-régulations* à travers l'étude des comportements des ménages motorisés.

Si les régulations à la congestion semblent s'avérer suffisantes pour assurer la permanence du système automobile, réussissent-elles à améliorer la qualité de vie des ménages affectés par la congestion ? Nous cherchons également dans cette partie à vérifier l'hypothèse selon laquelle la congestion automobile affecte la mobilité des ménages motorisés métropolitains, et même, pour certains d'entre eux, leur qualité de vie, malgré les régulations mises en œuvre par les pouvoirs publics.

Pour mener à bien l'analyse des régulations aux différents niveaux, nous mettons en place des stratégies de recherche.

Tout d'abord, nous avons recours à la comparaison spatiale. Ainsi, l'analyse sera menée à chaque niveau de régulations et dans chacune des trois régions métropolitaines décrites dans la partie précédente. Ce qui permettra de procéder, à partir des conclusions de la comparaison, à une généralisation des résultats.

Puis, il n'apparaît pas pertinent d'étudier, de façon identique, l'action de la puissance publique et l'action des ménages. Nous adoptons alors une méthodologie de recherche propre à chaque niveau de régulation :

- Pour l'étude des macro-régulations, nous consultons la littérature disponible, scientifique et grise. Nous la complétons par des entretiens auprès d'experts.

- Pour l'étude des méso-régulations, nous faisons face à un réel problème méthodologique : il n'existe pas de méthode d'analyse disponible, à la différence des macro- et micro-régulations. Nous optons alors pour une démarche exploratoire. Un approfondissement de cette démarche serait nécessaire. Mais il requerrait, à lui seul, le développement d'une analyse spécifique.

- Enfin, pour l'étude des micro-régulations, nous testons plusieurs méthodes d'enquête. Nous retenons, finalement, une méthode d'enquête qualitative basée sur la simulation, dite enquête interactive de réponses déclarées. Cette méthode permet de savoir à partir de quel niveau de changement les ménages modifient leurs comportements, pourquoi et comment ils les modifient (Polak et Jones, 1997). En adaptant légèrement la méthode, il est, de plus, possible de l'utiliser dans un cadre comparatif. Enfin, il est nécessaire de valider les résultats de l'enquête qualitative par un questionnaire s'appuyant sur un échantillon représentatif. C'est ce que nous faisons en Île-de-France.

Dans cette troisième et dernière partie de la thèse, nous présenterons d'abord les politiques publiques de lutte contre la congestion en Île-de-France et dans les régions métropolitaines de São Paulo et de Mumbai (chapitre 5). Nous compléterons l'étude des macro-régulations classiques par celle de macro-régulations innovantes, effectives dans d'autres régions métropolitaines (chapitre 6). Puis nous nous intéresserons aux régulations intermédiaires, instaurées par des acteurs collectifs non institutionnels : entreprises, communautés, associations (chapitre 7). Enfin, nous nous pencherons sur les stratégies d'adaptation mises en œuvre par les ménages motorisés (chapitres 8 et 9). Nous conclurons par l'analyse des interactions entre les trois niveaux de régulation (chapitre 10).

CHAPITRE 5

-

LES MACRO-RÉGULATIONS CLASSIQUES

Dans ce chapitre, nous examinons les régulations mises en place par la puissance publique à l'échelle métropolitaine.

La puissance publique est l'opérateur de premier niveau, en charge de l'infrastructure. Elle peut agir à la fois sur l'offre viaire et sur la demande automobile, afin d'annuler, ou du moins d'atténuer, le déséquilibre qui apparaît ponctuellement entre la demande automobile et l'offre viaire.

La puissance publique considère-t-elle ce déséquilibre comme un enjeu majeur et cherche-t-elle activement à y remédier ? Ou s'agit-il à ses yeux d'un problème secondaire face à des préoccupations environnementales ou de justice spatiale, jugées plus importantes ? Le choix des macro-régulations est-il culturel, dépendant de l'environnement dans lequel est inscrit le système automobile ? Ou bien est-il lié au niveau de développement du système automobile ?

L'objectif de ce chapitre est de présenter les régulations *effectives* à la congestion dans les terrains étudiés et non une revue des politiques publiques qui traitent, plus ou moins directement, de la congestion. Les régulations effectives sont des stratégies qui visent à répondre à une situation de congestion (critère 1), qui sont portées par une volonté politique de réduction de la congestion (critère 2) et qui, une fois mises en place, améliorent la situation antérieure (critère 3). Les mesures préventives de lutte contre la congestion sont éliminées, car elles ne correspondent pas au premier critère. De même, au vu du second critère, sont éliminées les stratégies qui utilisent la congestion comme un moyen d'action pour répondre à d'autres fins,

environnementales par exemple. Seules les stratégies visant explicitement à réduire la congestion automobile sont étudiées. Enfin, il faut que ces stratégies produisent un résultat, en rétablissant, du moins à court terme et en certains lieux et moments donnés, un équilibre entre l'offre viaire et la demande automobile.

Pour mener à bien cette analyse, nous nous appuyons sur plusieurs types de sources. Tout d'abord, nous faisons appel à la littérature sur le sujet, plutôt vaste, en particulier sur le péage urbain de décongestion (Lindsey, 2006). Puis, nous lisons la presse locale et nationale⁷⁸. Nous étudions les documents de planification⁷⁹ produits par la puissance publique de ces régions métropolitaines, ainsi que divers rapports d'évaluation disponibles au sein des autorités compétentes en matière de transports et d'infrastructure. Nous regardons les sites de communication⁸⁰ et les programmes électoraux, deux outils utilisés par les responsables politiques pour informer les administrés sur les questions de transport⁸¹. Enfin, nous nous entretenons avec des experts (la liste des experts interrogés se trouve en annexe 2).

⁷⁸ Nous avons consulté les archives en ligne des quotidiens français nationaux et locaux : *le Monde*, *le Figaro*, *Libération*, *le Parisien aujourd'hui en France*, les hebdomadaires *l'Express*, *le Point* et *le Nouvel Obs*, ainsi que les éditions franciliennes de la presse gratuite : *20 Minutes*, *Métro*, *Direct Matin*. Nous avons également consulté les archives en ligne des grands quotidiens brésiliens, *O Estado de São Paulo*, *O Folha de São Paulo* et *O Globo* ainsi que les hebdomadaires *Veja* et *Epoca*. Nous avons fait de même pour les grands quotidiens indiens le *Times of India*, *l'Hindustan Times*, le *Daily Mirror*, le *DNA* ainsi que l'hebdomadaire militant *Down to Earth*. Nous avons enfin consulté les archives de presse plus anciennes au *Centre for Education and Documentation* de Mumbai.

⁷⁹ Pour l'Île-de-France, il s'agit du Schéma Directeur de la Région Île-de-France (SDRIF), adopté par délibération du Conseil régional en septembre 2008 puis validé par l'Assemblée nationale en juin 2011. Il a pour mission de proposer une planification de l'Île-de-France jusqu'à 2030. Il est actuellement en révision. Le SDRIF est complété par le Plan de Déplacements Urbains d'Île-de-France (PDUIF), adopté par délibération du Syndicat des Transports d'Île-de-France (STIF), l'autorité organisatrice des transports en Île-de-France, en février 2011.

Pour la région métropolitaine de São Paulo, c'est le Plan Directeur de Développement des Transports 2010-2030 (PDDT – *Plano Diretor Desenvolvimento dos Transportes*). Il s'agit de la version révisée en 2010 du PDDT 2000-2020. Le PDDT 2010-2030 est complété par le Plan Intégré des Transports Urbains 2025 (PITU – *Plano Integrado de Transportes Urbanos*) révisé en 2006. Tous deux émanent du gouvernement de l'État de São Paulo, l'un du Secrétariat à la logistique et aux transports, l'autre du Secrétariat des transports métropolitains.

Enfin, nous nous appuyons sur l'étude générale des transports pour la région métropolitaine de Mumbai (CTS – *Comprehensive Transportation Study for Mumbai Metropolitan Region*) produit par le cabinet de conseil LEA International pour le compte de la MMRDA, l'autorité de développement de la région métropolitaine de Mumbai qui dépend du gouvernement de l'État du Maharashtra. La CTS date de 2008 et propose des éléments de planification à l'horizon 2031.

⁸⁰ Les communiqués disponibles sur le site du gouverneur de l'État de São Paulo sont de bons exemples, renseignant à la fois sur les réglementations en cours et sur le discours qui les sous-tend (<http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/> consulté le 22 décembre 2011).

⁸¹ Entretien avec J. Girardon, géographe et homme politique, le 2 novembre 2011 à Paris.

Le plan de ce chapitre se présente comme suit : à partir de l'étude des macro-régulations *effectives* dans chacune des régions métropolitaines (1), nous établirons une typologie des politiques publiques de lutte contre la congestion en Ile-de- France (2), puis dans la région métropolitaine de São Paulo (3) et enfin dans celle de Mumbai (4).

1. Présentation des macro-régulations *effectives*

L'objectif de la puissance publique est de rétablir, autant que possible, l'équilibre entre l'offre viaire et la demande automobile. Pour mener à bien ce projet, la puissance publique a le choix entre différentes catégories de stratégies. Nous en avons listé quatre.

La première consiste à *ne rien faire*, autrement dit à considérer la congestion comme un rationnement naturel de l'offre.

La seconde regroupe des stratégies dont l'objectif est d'*améliorer l'offre viaire* pour répondre à la demande. Les *stratégies de l'offre* sont présentées comme les réponses classiques apportées par les ingénieurs du trafic à la congestion automobile. Elles s'organisent en deux classes principales : (1) accroître le réseau en construisant des routes et/ou en les redimensionnant, (2) augmenter la capacité du réseau existant en améliorant son exploitation.

La troisième désigne des stratégies qui cherchent à *réduire la demande automobile*, ou du moins à la contrôler, pour qu'elle s'accorde à l'offre. Elles se déclinent en deux classes principales : (1) contraindre l'usage automobile, (2) proposer des alternatives à l'usage automobile.

Enfin la dernière correspond à l'*articulation entre transport et urbanisme*, afin de contrôler, sur le long terme, l'offre et la demande, grâce à la planification.

La revue de littérature, grise et scientifique, a permis d'établir le tableau ci-après. Le tableau décline la liste des macro-régulations effectives à la congestion. Pour être effectives, ces stratégies doivent remplir les trois critères indiqués en introduction (répondre à une situation de congestion, être portées par une volonté publique de réduction de la congestion, apporter une amélioration à la situation). Nous regardons si ces régulations sont actuellement effectives dans les trois terrains d'étude. Lorsque c'est le cas, cela est indiqué par un « oui ». Quand un des trois critères n'est pas rempli, la régulation n'est pas considérée comme effective. Elle est alors marquée d'un « non ». L'indication « à l'étude » signifie que la régulation est discutée, inscrite dans les documents de planification mais elle n'est pas encore mise en œuvre. Certaines régulations sont inscrites en italique car elles ne sont effectives

dans aucun des trois terrains étudiés. Néanmoins, la littérature nous apprend qu'elles le sont dans d'autres métropoles⁸². Nous étudierons certaines de ces régulations dans le chapitre suivant (chapitre 6).

Tableau 18 - Liste des macro-régulations effectives dans les trois terrains d'étude en 2011.

Catégories			Stratégies	Selon les 3 critères :		
				IDF	RMSP	RMM
Stratégies de l'offre	Accroître l'offre viaire		Construire des nouvelles routes	oui	oui	oui
			Construire des tunnels	oui	oui	non
			Construire des autoponts	non	oui	oui
			Franchir voies ferrées et cours d'eau	oui	oui	oui
			Redimensionner la voirie	oui	oui	oui
			Limiter l'accès à certains véhicules	oui	non	oui
			Séparer les flux piétons	non	non	oui
	Mieux exploiter le réseau existant	Réguler les flux de circulation	Information trafic (PMV*)	oui	oui	non
			1.Réguler l'accès aux voies rapides	oui	non	non
			2.Réguler les vitesses	oui	non	non
			3.Coordonner les feux	oui	oui	oui
		Gestion dynamique des voies	4.Améliorer le système d'intervention et de secours	oui	oui	oui
			1.Utiliser la bande d'arrêt d'urgence	oui	non	non
			2.Changer le sens de voie	non	oui	oui
			3.Affecter temporairement des voies	oui	oui	oui
Stratégies de la demande	Contraindre l'usage automobile		Instaurer un péage urbain de décongestion	non	à l'étude	à l'étude
			Rendre des axes payants	oui	non	non
			Instaurer une pol. de récompense	non	non	non
			Instaurer une circulation alternée	non	oui	non
			Restreindre l'usage de certains types de transports collectifs	non	oui	oui
			Créer des voies de covoiturage	non	à l'étude	non
			Supprimer des voies	non	à l'étude	non
			Instaurer une pol. de stationnement	non	non	à l'étude
			Instaurer des politiques fiscales	non	non	non
	Encourager les alternatives à l'usage automobile	Développer les transports publics	oui	oui	oui	
		Créer des couloirs de bus	oui	oui	oui	
		Encourager l'usage des taxis	non	oui	non	
		Instaurer des mesures "douces"	oui	oui	non	
Articulation transport urbanisme		Créer de nouveaux pôles urbains	oui	non	oui	
		Promouvoir la ville compacte	oui	oui	à l'étude	

*PMV : Panneaux à Messages Variables ; pol. : politique.

Nous regardons la distribution des réponses positives dans le tableau. L'Île-de-France plébiscite les stratégies d'exploitation du réseau, tandis que la région

⁸² Nous ne prétendons pas établir une liste exhaustive des macro-régulations à la congestion dans les régions métropolitaines, faute de connaître le contexte politique d'un grand nombre de métropoles. Certaines macro-régulations effectives peuvent ainsi être oubliées.

métropolitaine de Mumbai mise sur les stratégies d'accroissement du réseau. Dans la région métropolitaine de São Paulo, les stratégies d'accroissement et d'exploitation du réseau sont contrebalancées par des stratégies de gestion de la demande, en particulier de contraintes d'usage de l'automobile. Si l'articulation transport-urbanisme est considérée comme une régulation à part entière en Île-de-France et dans la région métropolitaine de Mumbai, elle n'est pas affichée comme telle dans la région métropolitaine de São Paulo.

Cette distribution des régulations permet de définir les politiques de lutte contre la congestion dans chacun des terrains. Nous les présentons ci-après. Pour chaque métropole étudiée, nous regardons si la congestion automobile est perçue comme un problème de première importance dans l'agenda politique. Puis nous identifions l'autorité publique en charge de la lutte contre la congestion. Enfin nous détaillons les mesures prises, en fonction des quatre catégories présentées ci-dessus (stratégies de l'offre, stratégies de la demande, articulation transport-urbanisme).

2 L'Île-de-France : un enjeu secondaire, une réponse d'exploitation

En Île-de-France, la lutte contre la congestion apparaît comme un enjeu secondaire. Le discours environnemental domine le débat politique. Dans un souci de lutte contre le réchauffement climatique, il importe de réduire les gaz à effet de serre émis par les voitures. S'ajoute un enjeu de santé publique. Les rejets polluants des automobiles dans l'atmosphère sont nocifs pour la santé de la population. Cette lutte contre la pollution atmosphérique passe par des mesures d'exploitation (limitation des vitesses en cas d'épisode de pollution), par une réduction de l'usage de la voiture et par la promotion des transports en commun et des modes « doux » (marche, vélo, etc.).

Le primat de la pollution sur la congestion se retrouve aussi bien au niveau de l'État que de la Région voire des départements et des communes. Au niveau étatique, tant dans les débats du Grenelle de l'Environnement⁸³ que dans le projet d'aménagement du Grand Paris⁸⁴, la congestion automobile apparaît peu. Elle ne fait pas non plus partie des enjeux retenus par le Plan de Déplacements de Paris, adopté en 2007 (Mairie de Paris, 2007b). Les enjeux sont la santé publique, l'environnement et les enjeux sociaux et économiques.

La lutte contre la congestion est néanmoins traitée dans le *Schéma Directeur de la Région Île-de-France* (SDRIF), adopté en 2008 par le Conseil régional puis validé en 2011 par l'Assemblée nationale. Mais elle n'est plus considérée comme un enjeu prioritaire⁸⁵, alors qu'elle l'était dans les schémas directeurs précédents. Son action se restreint à cette définition : « La lutte contre la congestion passe par la mise en œuvre de mesures de gestion et de régulation ainsi que par le traitement

⁸³ Initiative du président de la République, le Grenelle Environnement réunit en 2007 « l'État et les représentants de la société civile afin de définir une feuille de route en faveur de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables » <http://www.legrenelle-environnement.fr/Presentation-du-Grenelle.html>, site consulté le 22 décembre 2011.

⁸⁴ À l'occasion de l'inauguration de la Cité de l'architecture et du patrimoine, en septembre 2007, le président de la République exprime le souhait qu'un « nouveau projet d'aménagement global du grand Paris » fasse l'objet d'une consultation internationale, intitulée « le grand pari de l'agglomération parisienne ». <http://www.culture.gouv.fr/culture/actualites/communiqu/albanel/artgpagglo.html>, site consulté le 22 décembre 2011.

⁸⁵ Deux pages sont consacrées à la congestion sur les 246 pages du rapport, soit huit occurrences en tout. C'est cinq fois moins que pour le terme « pollution ».

d'itinéraires pour leur donner une capacité homogène et rendre, de ce fait, plus cohérent le réseau routier. Des mesures plus innovantes de régulation dynamique des vitesses en fonction du niveau d'encombrement ou de la qualité de l'air peuvent utilement compléter ce dispositif » (Conseil régional d'Île-de-France, 2008, p. 83). Le *Plan de Déplacements Urbains de la Région Île-de-France* (PDUIF), adopté en 2011 par le Conseil du Syndicat des Transports d'Île-de-France, traite à son tour de la lutte contre la congestion. Elle constitue l'une des trente-quatre actions du PDUIF. Cette action consiste à « optimiser l'exploitation routière pour limiter la congestion » (STIF, 2011, p. 47).

Ainsi, en Île-de-France, la congestion automobile⁸⁶ est traitée en problème secondaire. Sa lutte se traduit principalement par la mise en œuvre de stratégies de l'offre, un peu de construction et beaucoup d'exploitation. Les stratégies de la demande sont moins nombreuses et restent limitées à des actions précises qui concernent surtout les alternatives à l'usage automobile. Nous déclinons les principales stratégies et leurs effets. Un croquis, disponible à la fin de cette partie, permettra de les localiser.

2.1 Les stratégies de l'offre : traitement d'itinéraires et gestion dynamique

Tout d'abord, la lutte contre la congestion passe par des stratégies de l'offre. Ces stratégies concernent surtout le réseau des voies rapides dont l'État partage l'exploitation avec plusieurs sociétés d'autoroutes. Le premier volet des stratégies de l'offre regroupe les stratégies de construction et d'élargissement de la voirie. Le SDRIF désigne ces régulations par le terme technique de « traitement d'itinéraires ». Leur objectif est double. Le « réseau routier structurant » doit, d'une part, avoir une « capacité homogène ». Il doit, d'autre part, être « plus cohérent », permettant ainsi

⁸⁶ Le SDRIF et le PDUIF parlent de « congestion des réseaux routiers », le PDUIF également de « congestion routière ».

« la continuité des grands itinéraires » (Conseil régional d'Île-de-France, 2008, p. 83)⁸⁷.

L'objectif d'*homogénéité de la capacité du réseau* des voies rapides se traduit par des élargissements de voirie. Le SDRIF précise qu'ils toucheront en particulier l'A86 et la Francilienne (A104) dont certains tronçons demeurent encore à deux fois deux voies. Les élargissements permettent d'éviter les goulots d'étranglement et de fluidifier l'écoulement du trafic, en particulier aux heures de pointe. À titre d'exemple, citons l'élargissement en cours de la Francilienne entre l'A6 et l'A5⁸⁸.

L'objectif de *cohérence et de continuité du réseau* s'exprime à travers la construction de nouveaux tronçons, visant, en particulier, à achever les rocade extérieures A86 et Francilienne et à prolonger certaines radiales comme l'A16 et l'A12⁸⁹.

Appelé *Duplex A86*, un tunnel de dix kilomètres, sous concession, boucle la rocade A86 à l'ouest. Il a été ouvert partiellement en 2009 puis complètement en 2011⁹⁰, soit quarante-deux ans après la mise en service du premier tronçon de l'A86. L'usage du tunnel a permis de réduire la durée du temps de trajet de 50 minutes à moins de 10 minutes. Il faut, en contrepartie, s'acquitter d'un péage dont le tarif est modulé selon l'heure de passage pour fluidifier le trafic⁹¹. De même, l'objectif de fluidité du trafic justifie l'interdiction des deux-roues motorisés de circuler dans le tunnel⁹². Le tunnel fait ainsi l'objet de deux autres régulations à la congestion que nous avons précédemment listées dans le tableau initial : rendre un axe payant et limiter l'accès à certains véhicules. Néanmoins, il apparaît que l'objectif de lutte

⁸⁷ « Au titre de la continuité des grands itinéraires du réseau structurant, un certain nombre de traitements d'infrastructures, voire d'élargissements, dont une partie réalisable dans les emprises existantes des autoroutes ou des voies rapides urbaines, s'avéreront nécessaires, notamment sur les autoroutes A86 et A104 » (Conseil régional d'Île-de-France, 2008, p. 83).

⁸⁸ Le budget de l'opération est de 150 millions d'euros, selon les chiffres de la Préfecture de région en charge de ces travaux (<http://www.enroute.Île-de-France.developpement-durable.gouv.fr/presentation-generale-de-l-r171.html>, site consulté le 22 décembre 2011).

⁸⁹ Voir la carte thématique du SDRIF, intitulée *Les réseaux routiers, à terme* (Conseil régional d'Île-de-France, 2008, p. 84).

⁹⁰ Pour un coût de construction de 2,2 milliards d'euros, (<http://www.cofiroute.fr/cofiroute.nsf/fr/duplex-a86-faq.htm>, site consulté le 19 décembre 2011).

⁹¹ Le péage est de 9 euros en heures de pointe et de 6 euros en heures creuses. Le concessionnaire précise sur son site que le « tarif est modulé selon l'heure de passage pour fluidifier le trafic » (<http://www.cofiroute.fr/cofiroute.nsf/fr/duplex-a86-tarifs.htm>, site consulté le 19 décembre 2011).

⁹² « Le Duplex A86 est réservé aux voitures car ce sont les voitures qui sont la cause principale de la congestion dans les voies de surface. Le contrat de concession signé par l'État a prévu la réalisation d'un tunnel réservé aux voitures. Ainsi, les systèmes de sécurité du tunnel ont été prévus et calibrés pour des voitures » (<http://www.cofiroute.fr/cofiroute.nsf/fr/duplex-a86-faq.htm>, site consulté le 19 décembre 2011).

contre la congestion ne vaut pas pour elle seule et sert de prétexte à d'autres enjeux : assurer la sécurité et la qualité de service en faisant payer le prix fort à l'utilisateur. Cela permet de maintenir ainsi une circulation fluide et de financer la construction.

À la différence de l'A86, la rocade Francilienne, commencée dans les années 1970, n'est pas encore bouclée. Il manque son raccordement à l'ouest entre Cergy-Pontoise et Saint-Quentin-en-Yvelines. Le trafic se verse alors sur la voirie locale. Un débat public⁹³ sur son prolongement entre Cergy-Pontoise et Poissy-Orgeval (A13), soit la partie nord-ouest du tronçon manquant, a été organisé en 2006. Cinq ans plus tard, en juillet 2011, le Préfet de Région a annoncé le lancement d'une enquête publique concernant la partie nord du tracé, sans donner pour autant de calendrier précis⁹⁴.

À ces projets concernant les rocades s'ajoutent le prolongement de l'A16 jusqu'à la Francilienne, au nord-ouest de l'Île-de-France, et celui de l'A12 depuis Saint-Quentin-en-Yvelines, au sud-ouest de la région. Le prolongement de l'A16 jusqu'à la Francilienne a fait également l'objet d'un débat public, plutôt serein, en 2007. L'enquête publique est prévue courant 2012. Le prolongement de l'A12 ne semble pas en aussi bonne voie que celui de l'A16. Le débat public, passionné, mené en 2006, n'a pas, pour le moment, débouché sur une enquête publique.

Des projets de plus petite ampleur complètent ces grands projets, comme la construction de franchissements au-dessus de la Seine à Achères et aux Mureaux, financés par le Conseil général des Yvelines⁹⁵.

Finalement, malgré la possibilité de partenariats public-privé qui allègent l'investissement de la puissance publique, le coût de la construction de nouveaux tronçons limite le développement de régulations d'investissement dans la voirie en Île-de-France. Cette limite est renforcée par la lourdeur de la procédure pour lancer les travaux (débat public, décision ministérielle, enquête publique...), par la pression des riverains et par le contexte peu favorable à la voiture.

⁹³ Le débat permet au public de participer au processus d'élaboration d'un projet d'aménagement (www.debatpublic.fr).

⁹⁴ Communiqué du Préfet de Région sur le « Grand Paris de l'Axe Seine », 6 juillet 2011 (<http://www.Île-de-France.gouv.fr/Presse-et-communication/Communiqués/06-07-2011-Le-Grand-Paris-de-l-Axe-Seine>, site consulté le 20 novembre 2011).

⁹⁵ <http://www.yvelines.fr/cadre-de-vie/deplacements/les-actions-du-conseil-general-des-yvelines/schema-d-orientation/les-infrastructures-routieres-indispensables-dans-les-yvelines/les-nouvelles-actions-initiees-directement-par-le-departement-sur-son-reseau>, site consulté le 27 décembre 2011.

Les *stratégies d'exploitation* sont davantage prisées en Île-de-France, car elles sont beaucoup moins coûteuses, moins longues à mettre en place et leur emprise sur le territoire est limitée. Elles apparaissent dans les années 1970, grâce à l'émergence d'outils nouveaux, en particulier informatiques (Flonneau, 2005, p. 243). Puis elles prennent de l'importance dans les années 1990 et 2000. Leur objectif est de réguler la congestion en augmentant la capacité du réseau existant. Elles se déclinent en trois groupes : l'information trafic en temps réel, la régulation des flux de circulation et la gestion dynamique des voies.

D'abord prévisionnelle dans les années 1970⁹⁶, *l'information trafic* devient disponible *en temps réel* dans les années 1980, grâce la diffusion de technologies de la communication et de l'information. Les systèmes SIRIUS et SIREDO⁹⁷ permettent à la Direction Interdépartementale des Routes d'Île-de-France (DIRIF) de récolter l'information trafic sur les voies rapides et les routes nationales et de la traiter en temps réel. Son usage est double.

D'une part, la DIRIF informe en temps réel les usagers des conditions de circulation sur le réseau. Elle utilise plusieurs canaux de diffusion : la radio, les panneaux à messages variables, le site Internet Sytadin, également disponible en application *smartphone* et sur les systèmes de navigation. Les usagers trouvent une réelle utilité aux annonces d'embouteillages sur les panneaux à message variable (DIRIF, 2011).

D'autre part, grâce à cette connaissance du trafic en temps réel, la DIRIF met en place des régulations modulables dans le temps et dans l'espace, désignées sous les termes de régulation des flux de circulation et de gestion dynamique des voies.

La *régulation des flux de circulation* joue sur la vitesse et le débit de la circulation, afin d'éviter d'atteindre le point critique de congestion à partir duquel le débit dépasse la capacité. La régulation des flux peut être préventive. Sur les voies

⁹⁶ Les Centres Régionaux d'Information Routière (CRIR) sont créés à Lille, Metz, Lyon, Marseille, Bordeaux, Rennes et Créteil en 1971, puis le Centre National (CNIR) en 1967. Mais la véritable naissance de l'information trafic en France date de la création de Bison Futé en 1976. L'information trafic que fournit Bison Futé est une *information trafic prévisionnelle* qui repose sur la recherche d'une analogie calendaire entre le passé et le futur, fondé sur une année de référence unique et qui affecte des couleurs (noir, rouge, orange, vert) à certains jours dans l'année selon l'état du trafic attendu.

⁹⁷ SIRIUS ou Système d'information pour un réseau intelligible aux usagers est créé en 1988 et SIREDO ou Système informatique de recueil de données est créé en 1991. Voir chapitre 4.

rapides, elle se décline en régulation d'accès et en régulation des vitesses, et sur le réseau secondaire, en coordination des feux de signalisation.

La *régulation d'accès* contrôle le débit entrant sur la voie rapide par un système de feux tricolores placés sur les bretelles d'accès. Les résultats des expérimentations menées sur l'A6 par la DIRIF soulignent une amélioration des conditions de circulation avec une augmentation des vitesses moyennes de 10 km/h et une diminution de moitié de la durée des bouchons (DIRIF, 2008). Face à ces résultats encourageants, une généralisation de la régulation d'accès est envisagée sur l'ensemble du réseau des voies rapides franciliennes.

La *régulation des vitesses* consiste en une adaptation des vitesses de circulation en fonction du débit. L'expérimentation sur l'A13, entre Mantes et Poissy, mise en place par la Sanef depuis 2009, se révèle également concluante avec une baisse de moitié des embouteillages. Le nombre d'accidents diminue également.

Ces régulations permettent de réels gains de temps de parcours, comme le résument les slogans respectifs de la Sanef et de la DIRIF, affichées sur leurs sites : « gagnez du temps en réduisant votre vitesse » et « 1 minute patientée, 10 minutes gagnées »⁹⁸. Les usagers plébiscitent ces mesures, en particulier la régulation des vitesses qui leur apparaît plus compréhensible que la régulation d'accès (DIRIF, 2011).

Sur le réseau urbain, des dispositifs plus anciens de *coordination des feux* de signalisation en fonction du débit permettent de fluidifier le trafic. Paris et les départements de petite couronne possèdent ainsi leurs propres systèmes de coordination des feux tricolores aux carrefours stratégiques⁹⁹.

La régulation des flux n'est pas seulement préventive. Elle peut être aussi curative. Elle se manifeste à travers la mise en place de systèmes de détection automatique d'incidents et une meilleure *coordination des services d'intervention et de secours*. Un effort a été réalisé en 2009 avec la régionalisation de la police de la route. Rattachée à la préfecture de police de l'agglomération parisienne, la sous-

⁹⁸ <http://www.sanef.com/Autoroute-mode-d-emploi/Innovation/Regulation-des-vitesses>, site consulté le 19 décembre 2011 et

http://www.dir.Île-de-France.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/regulation_acces_cle1d6933.pdf, site consulté le 19 décembre 2011.

⁹⁹ SURF à Paris, SITER dans les Hauts-de-Seine, GERFAUT en Seine-Saint-Denis et PARCIVAL dans le Val-de-Marne.

direction régionale de circulation et de sécurité routière a pour mission est de « fluidifier le trafic sur les voies et carrefours structurants » de l'Île-de-France¹⁰⁰.

Après l'information trafic en temps réel et la régulation de flux de circulation, la *gestion dynamique des voies* constitue le troisième volet des stratégies d'exploitation. Son rôle n'est plus de jouer sur le débit ou la vitesse mais sur la capacité des voies, afin de contenir le débit et d'éviter d'atteindre le point critique de congestion.

L'utilisation de la bande d'arrêt d'urgence en période de pointe est l'une des régulations de gestion dynamique. Cette régulation a été mise en place en 2005 sur le tronçon commun A4/A86, dont la réputation est d'être le « plus grand bouchon d'Europe ». Lors des périodes de fort trafic, la bande d'arrêt d'urgence se transforme en voie auxiliaire. Une barrière, appelée glissière mobile d'affectation, s'ouvre alors et laisse passer les véhicules. Cette régulation dynamique a l'avantage de maintenir une bande d'arrêt d'urgence en période creuse, sans la supprimer définitivement, comme c'est le cas sur le tronçon commun A3/A86. La suppression définitive permet d'augmenter la capacité mais accroît les embouteillages en cas d'incidents. Le bilan de fonctionnement de la voie auxiliaire, réalisé de 2005 à 2007, s'avère satisfaisant. La capacité sur le tronçon commun augmente de 8 à 10% quand la voie auxiliaire est ouverte. Un gain de 10% est observé sur les temps de parcours antérieurs (Doré et Piot, 2008). Néanmoins, à cause de pannes permanentes, la voie auxiliaire est fermée, de façon quasiment continue, depuis décembre 2009. La DIRIF veut l'ouvrir sans barrière et attend l'autorisation du Ministère de l'Écologie (*Le Parisien*, article du 24 mai 2011)¹⁰¹.

Une autre régulation de gestion dynamique expérimentée en Île-de-France est *l'affectation temporaire de voies à certains véhicules*. Lancée en avril 2009, cette expérimentation consiste à réserver la voie de gauche sur l'A1 aux bus et aux taxis,

¹⁰⁰ Cette sous-direction créée en 2009 regroupe les compagnies de circulation, la compagnie du périphérique, les compagnies motocyclistes et la compagnie républicaine de sécurité routière (<http://www.prefecturedepolice.interieur.gouv.fr/La-prefecture-de-police/Missions-de-police/La-direction-de-l-ordre-public-et-de-la-circulation>, site consulté le 5 décembre 2011).

¹⁰¹ Ce sujet a aussi fait l'objet d'une question orale au Sénat de la part de Catherine Procaccia, sénateur du Val-du-Marne qui s'inquiète de la situation (question publiée au *Journal Officiel du Sénat* le 3 novembre 2011).

entre 7h et 10h le matin¹⁰². Elle a suscité la colère des automobilistes (*Le Parisien*, article du 9 septembre 2009). La fermeture de la voie réservée en février 2010, pour une durée d'au moins deux ans à cause de travaux de réfection du tunnel du Landy, a apaisé la polémique.

2.2 Des stratégies de la demande moins sollicitées

Nous accordons moins de place aux stratégies de la demande qui sont peu utilisées comme des outils de lutte contre la congestion en Île-de-France, en particulier les régulations de contrainte de l'usage automobile. Le propos est différent concernant les régulations d'incitation aux alternatives à l'usage automobile.

La seule *régulation de contrainte de l'usage automobile* effective en Île-de-France est celle qui consiste à *rendre des axes payants*. Nous avons déjà évoqué le péage de financement du Duplex A86. La modulation tarifaire qu'il propose a pour objectif de s'inspirer, à terme, du modèle californien de la SR91. La SR91 est une autoroute à deux fois trois voies dont l'une des trois voies est, dans chaque sens, payante. Le tarif de la voie payante fluctue en fonction de la demande (*congestion pricing*). Concernant le Duplex A86, quatre niveaux tarifaires sont actuellement proposés en fonction de l'heure et du jour. Jusqu'à près de 40 niveaux de tarification qui fluctueraient en fonction de la demande sont prévus à terme¹⁰³.

Le Duplex A86 n'est pas la première infrastructure à péage de ce type en Île-de-France. Il a été précédé par l'autoroute A14 ouverte en 1996. Cette radiale de 16 kilomètres lie les communes cossues de l'Ouest francilien au quartier d'affaires de la Défense. Elle a été conçue comme une autoroute de désengorgement, captant en moyenne 14% du trafic empruntant les grands axes est-ouest (surtout l'A13 et la RN13) et jusqu'à 35% en période de pointe. Cet effet « déversoir » représente la moitié du trafic sur l'A14 (CGPC, 2005). Le gain de temps est estimé autour de 20 à 30 minutes pour un automobiliste utilisant l'A14. Il doit en contrepartie s'acquitter

¹⁰² La voie réservée sur un tronçon de cinq kilomètres de La Courneuve au tunnel du Landy à Saint-Denis permet de faire gagner 10 minutes aux taxis sur le parcours Aéroport Charles-de-Gaulle - Paris (*Le Parisien*, article du 29 avril 2009).

¹⁰³ Entretien avec Jean Delons, chef du département Économie - Trafic chez Cofiroute, 19 mars 2009 à Sèvres (92).

d'un péage dont le tarif augmente en période de pointe¹⁰⁴. Cette modulation tarifaire heure pleine/heure creuse n'a aucun impact sur le niveau de trafic. Cela s'explique par le fait que "l'autoroute des cadres" est avant tout utilisée par des automobilistes qui travaillent dans le quartier d'affaires de la Défense ou dans l'ouest parisien et qui ont les moyens de payer un péage pour éviter les embouteillages en heures de pointe (ou qui peuvent se le faire rembourser par leur employeur).

L'instauration d'un *péage urbain de décongestion* n'est pas envisagée dans les documents de planification franciliens. La situation pourrait changer depuis la loi Grenelle 2 de 2010, qui autorise l'instauration de péages pour d'autres objectifs que le seul financement d'infrastructure. La résorption de la congestion du trafic est l'un de ces objectifs¹⁰⁵.

Le second volet des stratégies de la demande se compose des régulations d'*incitation aux alternatives à l'usage automobile*. Parmi celles souvent avancées, se trouve la régulation qui vise à *développer les transports publics*. L'objectif est d'encourager les automobilistes au report modal et d'entraîner une baisse de la demande automobile. Le PDUIF est clair à ce sujet : « pour les déplacements automobiles, (...) la principale difficulté concerne la congestion des réseaux routiers. (...) La résorption des points durs et le maintien d'un bon niveau global de fonctionnement sont à rechercher. Cependant, seul le développement massif des réseaux de transports publics permettra de limiter la progression de cette congestion » (STIF, 2011, p. 27). Le projet Orbival est un exemple intéressant. Il s'agit de développer un métro de rocade qui traverse le Val-de-Marne, dans le sud-est de l'Île-de-France. Ce projet est ainsi justifié : « Transit par Paris, transports en commun surchargés, réseau routier saturé... Dans un contexte aussi difficile, Orbival apparaît comme un projet indispensable »¹⁰⁶. Le projet a été entendu, puisque le tracé sud du Grand Paris Express reprend une partie importante du tracé d'Orbival.

¹⁰⁴ Le tarif, disponible sur www.sanef.com, est, hors abonnement, de 7,80 euros en heures de pointe et de 5,7 euros en heures creuses. Près de la moitié des usagers ont souscrit un abonnement (CGPC, 2005).

¹⁰⁵ « Les modulations des péages ont pour but de lutter contre les dommages causés à l'environnement, de résorber la congestion du trafic, de réduire au minimum les dommages causés aux infrastructures, de favoriser leur utilisation optimale ou d'améliorer la sécurité routière » (article L119-10 du Code de la voirie routière, créé par la loi du 12 juillet 2010).

¹⁰⁶ http://www.orbival.fr/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=19&Itemid=45, site consulté le 19 décembre 2011.

Il peut également s'agir de partager la voirie au profit de certains modes, à l'exemple des bus, et au détriment de la voiture. Les premiers *couloirs de bus* apparaissent à Paris en 1964, afin de dégager les autobus des embouteillages. Il s'agit, à l'origine, d'une régulation dynamique. Les couloirs de bus sont ouverts aux taxis et aux véhicules de sécurité pendant les heures de pointe (Flonneau, 2005, p. 240). L'élection de Bertrand Delanoë à la mairie de Paris en 2001 se traduit par des signes de rupture. Les couloirs de bus, jusqu'alors peints, sont délimités par des banquettes en béton et sont élargis. Cette modification est justifiée au nom d'une lutte non pas contre la congestion mais contre la pollution (les bus sont moins polluants que les voitures) et pour davantage de justice (les voitures à Paris n'assurent qu'un petit nombre de déplacements mais occupent l'essentiel de la voirie) (Orfeuill, 2011c). Néanmoins, de nouveaux projets de voies de bus pour lutter contre la congestion émergent. Une expérimentation concernant l'A10, entre la gare autoroutière de Briis-sous-Froges et la gare RER de Massy, a été votée en juillet 2011 (*Le Parisien*, article du 11 juillet 2011).

Malgré des tentatives répétées, il n'existe pas de politique de développement de l'usage des taxis pour lutter contre la congestion en Île-de-France (Darbéra, 2008). Le lancement du *service de location de voitures électriques en libre-service* Autolib' à Paris, en décembre 2011¹⁰⁷, peut être analysé comme un moyen de contourner la pénurie de taxis, tout en supprimant des places de stationnement. Des initiatives d'auto-partage, subventionnées par la puissance publique, existent également en Île-de-France, à l'instar de Caisse Commune à Paris¹⁰⁸, mais elles restent confidentielles.

Enfin, parmi les mesures encourageant les alternatives à l'usage automobile, un dernier champ d'action possible pour la puissance publique est d'instaurer des mesures « douces » (*soft*), appelées aussi « outils de gestion de la mobilité » (*mobility management tools*). Il s'agit d'interventions qui recourent aux technologies de l'information et de la communication, par opposition aux actions lourdes (*hard*), comme l'amélioration des infrastructures routières ou des transports en commun. Le terme renvoie également à des initiatives qui s'intéressent autant aux motivations

¹⁰⁷ Autolib' devrait être constitué, dès mi-2012, d'un parc de 3 000 véhicules répartis en 110 stations dans la ville de Paris et 45 autres communes franciliennes. (*Le Parisien*, article du 5 décembre 2011).

¹⁰⁸ Caisse-Commune regroupe 1 700 adhérents en 2007 (contre 10 en 2000 !). http://www.caisse-commune.com/pdf/dossier_presse/fiche_synthese_cc.pdf, site consulté le 19 décembre 2011.

psychologiques qu'économiques qui déterminent le choix modal des usagers (Cairns et al, 2008).

Les *plans de déplacements d'entreprises et d'administrations* font partie de ces mesures (télétravail, téléconférences, achats sur Internet...). Ils sont présentés dans le plan de déplacements urbains d'Île-de-France (PDUIF) comme des outils « permettant d'agir sur les pratiques de déplacement afin de réduire la congestion, la pollution et d'améliorer la sécurité » (STIF, 2011, p. 164). Le PDUIF exhorte ces plans à « intégrer la question de l'organisation du travail. La congestion récurrente des réseaux de transport qu'ils soient routiers ou collectifs est liée de manière indissociable à la concentration des déplacements aux heures de pointe. (...) Lorsque cela est possible, de nouvelles *formes d'organisation du travail* au sein de l'entreprise ou de l'administration, voire le développement du *télétravail* sont à rechercher pour limiter le besoin de déplacement ».

2.3 Une articulation transport-urbanisme en demi-teinte

Au-delà des régulations de l'offre et de la demande, l'articulation entre transport et urbanisme est conçue comme une régulation à long terme de la congestion. La première possibilité est de *créer des pôles secondaires* pour décongestionner l'espace central. On parle également de *polycentrisme*. Ainsi le Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région de Paris de 1965 promeut la création de « centres urbains nouveaux, qui seront villes nouvelles dans les zones d'extension, et centres urbains renforcés, diversifiés et rénovés dans les banlieues actuelles » pour « faire face à la congestion du centre » (Délégation générale au district de la région de Paris, 1965, p. 64). Un des effets de la politique des villes nouvelles a bien été de décongestionner Paris au risque d'entraîner une dilution de la congestion dans l'espace métropolitain (voir chapitre 4).

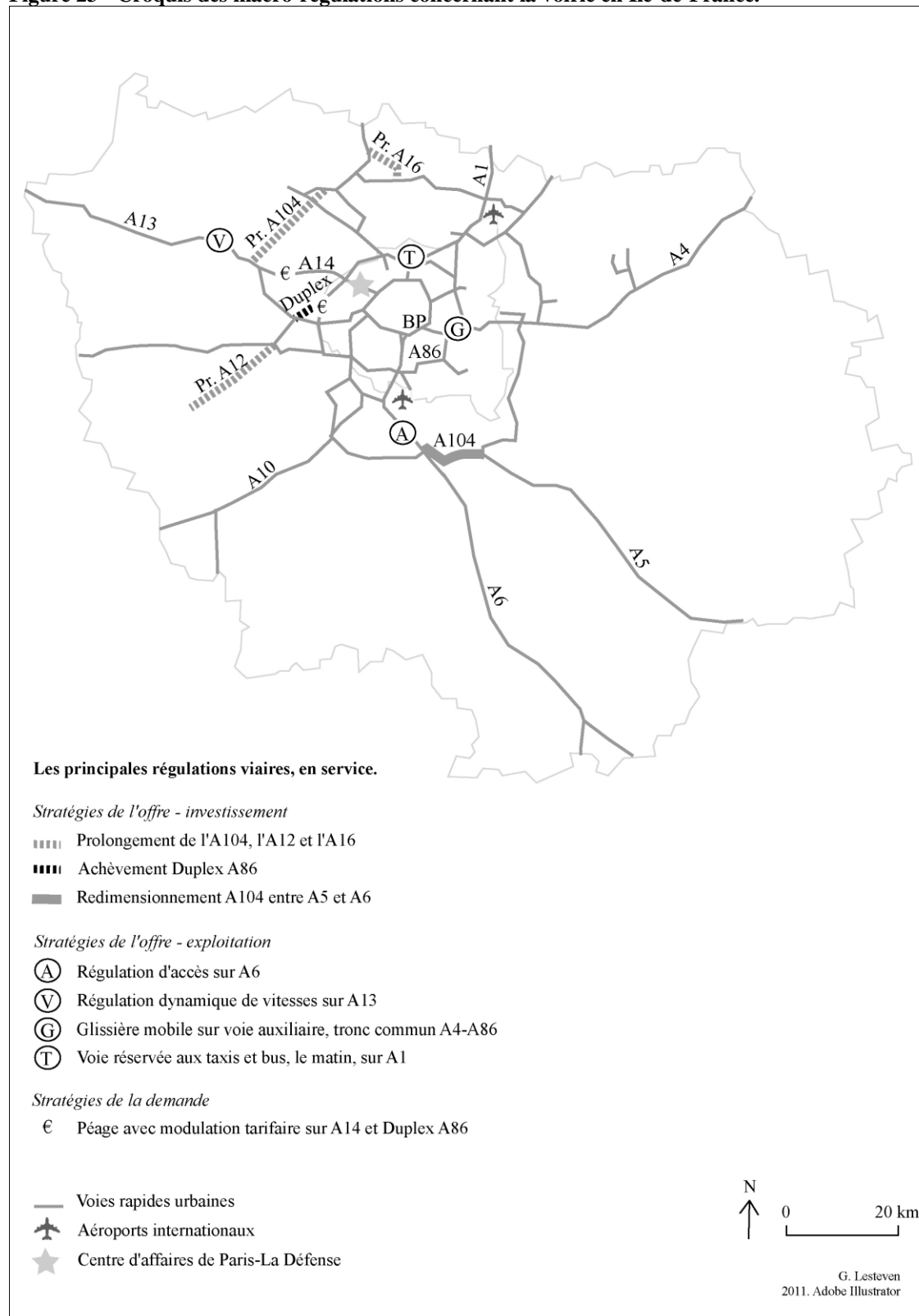
La seconde possibilité est de *promouvoir la ville compacte*. Le principe est de concentrer les hommes et les activités sur un territoire restreint. Il s'agit de réduire la longueur des déplacements et de limiter les déplacements automobiles qui deviennent moins performants (faibles distances, rareté du stationnement...) que les transports publics. Le SDRIF, dans la présentation de son projet spatial régional, indique que

« la poursuite du polycentrisme inscrit dans les schémas directeurs précédents, doit se faire désormais sous une forme plus compacte ». Il s'agit de « limiter les déplacements automobiles et les extensions urbaines, en faveur d'une ville compacte » (Conseil régional d'Île-de-France, 2008, p. 8).

La description des régulations en Île-de-France permet de caractériser l'action de la puissance publique. La congestion automobile, plus diluée dans l'espace francilien que dans les régions de São Paulo et de Mumbai et touchant davantage les populations modestes, n'est plus considérée comme un enjeu de première importance auquel il faut répondre par des méthodes lourdes. Ainsi, le budget de la voirie est devenu modeste par rapport au budget des transports publics. Il est principalement consacré à l'entretien et à la police de la route¹⁰⁹.

Nous examinons maintenant les régulations mises en place par la puissance publique dans la région de São Paulo puis dans celle de Mumbai. Leurs présentations seront moins longues que pour l'Île-de-France, car nous ne reprenons pas l'explication des régulations déjà décrites dans le cas francilien.

¹⁰⁹ Le budget public annuel alloué à la route en Île-de-France est devenu assez négligeable : moins d'1,5 milliards d'euros dont les deux tiers sont dédiés à l'entretien et à la police de la circulation. À l'inverse, le budget des transports publics est de 8,2 milliards d'euros (Orfeuillat, 2011d).

Figure 23 - Croquis des macro-régulations concernant la voirie en Île-de-France.

3. La région métropolitaine de São Paulo : un enjeu important, des réponses contrastées

Dans la région métropolitaine de São Paulo, la lutte contre la congestion automobile est un enjeu important, inscrit à l'agenda politique depuis la fin des années 1960 (Vasconcellos, 2011a).

C'est d'abord une prérogative du gouvernement de l'État de São Paulo. Il mène une politique d'investissement dans la voirie et dans les transports publics lourds, au sein de la région métropolitaine depuis la fin des années 1960. La réduction de la congestion fait partie des objectifs du plan directeur de développement des transports (*Plano Diretor de Desenvolvimento de Transportes*, PDDT) 2010-2030 pour l'État de São Paulo. Elle fait également partie des objectifs du plan intégré des transports urbains 2025 (*Plano Integrado de Transportes Urbanos*, PITU) pour la région métropolitaine de São Paulo.

Dans les années 1970, le gouvernement de l'État de São Paulo cède la gestion du trafic à la municipalité de São Paulo. Celle-ci crée, en 1976, la Compagnie d'Ingénierie du Trafic (*Companhia de Engenharia de Tráfego*, CET). La CET développe alors des stratégies d'exploitation du réseau puis, dans les années 1990, des stratégies de contrainte de l'usage automobile. La municipalité investit également dans la voirie. À partir du début des années 2000, elle commence à soutenir des stratégies d'alternatives à l'automobile.

Ainsi, nous observons une stratification des macro-régulations à la congestion dans la région métropolitaine de São Paulo. Cette stratification se traduit, en termes de gouvernance, par une répartition des stratégies en fonction des acteurs. Les stratégies d'investissement sont du ressort de l'État fédéré et, dans une moindre mesure, de la municipalité de São Paulo, tandis que l'exploitation, par amélioration de l'offre ou contrainte de la demande, est gérée par la puissante CET.

Pour résumer, la lutte contre la congestion apparaît comme un enjeu de plus grande importance dans la région métropolitaine de São Paulo qu'en Île-de-France. Les explications tiennent au fait que la congestion automobile se concentre dans le centre étendu de la ville de São Paulo, au cœur de la région métropolitaine, là où vit et

travaille la grande partie des élites motorisées (voir chapitre 3). Or, ces élites pèsent plus lourd dans le jeu politique que les captifs du bus vivant en périphéries. À l'inverse, la congestion automobile en Île-de-France concerne davantage les ménages modestes de grande couronne dont l'influence politique est plus limitée. Ainsi, les articles consacrés à la congestion sont plus nombreux dans la presse paulistaine que dans la presse francilienne. Les régulations à la congestion peuvent même servir les batailles électorales. La campagne du gouverneur de l'État de São Paulo, José Serra, aux élections présidentielles d'octobre 2010 est un exemple récent. La construction du tronçon du sud du Rodoanel et l'agrandissement de la Marginale Tietê, que nous étudierons ci-après, ont pour objectif de réduire la congestion, mais ils ont aussi servi de « vitrine » à la campagne présidentielle qu'a menée José Serra et qu'il a perdue contre Dilma Rousseff (*Revista Epoca*, article du 20 mars 2010).

Comme pour l'Île-de-France, nous examinerons d'abord les stratégies de l'offre, puis celles de la demande et enfin l'articulation transport-urbanisme qui occupe une place secondaire dans la lutte contre la congestion. Bien qu'elles restent dominantes, les stratégies de l'offre sont concurrencées par des stratégies de la demande. Un croquis, disponible également en fin de partie, permettra de localiser les principales régulations.

3.1 Les stratégies de l'offre : grands travaux de l'État fédéré et exploitation du réseau par la municipalité

Les stratégies d'accroissement du réseau viaire afin de réduire la congestion sont toujours d'actualité dans la région métropolitaine de São Paulo. Les deux principaux chantiers sont : la construction de la rocade métropolitaine, appelée Rodoanel, et le redimensionnement de la Marginal Tietê.

Le Rodoanel Mario Covas, inscrit dans le PDDT et financé en partie par l'État fédéral, constitue la future rocade extérieure de la région métropolitaine. Son tracé se situe, comme la Francilienne, entre 20 et 40 kilomètres du centre historique. L'objectif de cette rocade est d'améliorer la circulation dans la région métropolitaine. Une des causes des embouteillages vient du grand nombre de camions en transit. Ils

empruntent la petite rocade qui entoure le centre étendu (dont les Marginais Tietê et Pinheiros) pour se rendre au port de Santos, le plus grand port de porte-conteneurs d'Amérique latine. Il se situe à 80 kilomètres au sud-ouest de São Paulo. Le Rodoanel doit ainsi délester la petite rocade du trafic de transit. Le tronçon ouest du Rodoanel, long de 23 kilomètres, a été inauguré en 2002. Son péage sert à financer le tronçon sud, long de 62 kilomètres, qui a été ouvert en 2010¹¹⁰. Les tronçons nord et est, constituant les 90 kilomètres restants, devraient être mis en service fin 2014¹¹¹.

En 2009, en même temps que le lancement de la construction du tronçon sud du Rodoanel, le gouverneur de l'État de São Paulo, en partenariat avec le maire de São Paulo, a décidé de redimensionner la Marginal Tietê. Longue de 23 kilomètres, elle constitue le tronçon nord de la petite rocade qui entoure le centre étendu de São Paulo. Ce tronçon représente alors 25% des embouteillages de la municipalité de São Paulo. Trois nouvelles voies dans chaque sens élargissent la voie rapide à deux fois huit voies. La construction de nouveaux ponts pour franchir la rivière Tietê et l'autoroute qui se trouve de part et d'autre de la rivière complète le programme¹¹².

Les comptages réalisés par la CET, en avril 2010, soit moins d'un mois après l'ouverture du tronçon sud du Rodoanel et des nouvelles voies sur la Marginal Tietê, montrent une baisse de 28% des embouteillages dans la ville de São Paulo (*O Estado de São Paulo*, article du 10 octobre 2011).

D'autres travaux de voirie de moins grande envergure complètent ces projets. Par exemple, la municipalité de São Paulo a un projet de prolongement de l'avenue Radial Leste, pour améliorer la circulation dans la zone est. Ce prolongement nécessite la construction de tunnels et viaducs¹¹³.

Ces stratégies d'investissement dans la voirie sont complétées par des *stratégies d'exploitation* mises en œuvre par la CET¹¹⁴, créée précisément dans les

¹¹⁰ Les travaux pour la réalisation du tronçon sud ont coûté 5 milliards de réais (soit 2 milliards d'euros), selon les chiffres donnés sur le portail du gouverneur de l'État de São Paulo (Communiqué du gouverneur de l'État de São Paulo, 30 mars 2010).

¹¹¹ Les travaux des tronçons nord et est sont estimés respectivement à 6,1 milliards et 5,4 milliards de réais (soit 2,5 milliards et 2,2 milliards d'euros) (Communiqué du gouverneur de l'État de São Paulo, 28 août 2011).

¹¹² L'ensemble a coûté 1,3 milliards de réis (soit 535 millions d'euros) (Communiqué du gouverneur de l'État de São Paulo, 4 juin 2009).

¹¹³ http://www.prefeitura.sp.gov.br/porta/a_cidade/noticias/index.php?p=8547, site consulté le 22 décembre 2011.

¹¹⁴ Le budget annuel de la CET est d'environ 400 millions de réais (165 millions d'euros), soit trois fois moins que les seuls travaux sur la Marginal Tietê (entretien avec E. Vasconcellos, 22 octobre 2009).

années 1970 pour réguler le trafic et lutter contre la congestion. L'*information trafic* est en cours de développement. Les Marginais Tietê et Pinheiros sont équipées de boucles électromagnétiques noyées dans la chaussée. La CET dispose également de plus de 300 caméras aux principales intersections. Ces instruments servent d'abord aux « opérations de trafic » de la CET, dont font partie les stratégies de régulation des flux et de gestion dynamique des voies. Ils permettent également de développer une information trafic en temps réel que réclament les usagers¹¹⁵. Des *panneaux à messages variables* sont ainsi disponibles sur les Marginais et sur certaines autoroutes urbaines radiales sous concession.

L'objectif des « opérations de trafic » de la CET est d'assurer la fluidité et la sécurité du trafic. Cela passe par une *régulation des flux*, qui consiste principalement en des *stratégies de coordination des feux* (programme SCOOT) et en une *amélioration du système d'intervention de ses agents*. Il s'agit d'assurer non seulement la sécurité routière mais aussi la sécurité civile des usagers. Les automobilistes paulistains apparaissent vulnérables aux attaques à main armée lorsqu'ils sont à l'arrêt, dans les embouteillages ou aux carrefours à feux. Selon le code de la route brésilien, griller un feu rouge est passible d'amende. Néanmoins, la CET fait preuve d'une certaine tolérance vis-à-vis des automobilistes qui, de nuit, ralentissent mais ne s'arrêtent pas aux feux rouges. Par ailleurs, la Police Militaire de l'État de São Paulo, en lien avec la CET, étudie la création des bases mobiles pour faciliter ses interventions sur les axes les plus sensibles. De fait, plus d'une attaque par jour est recensée sur la Marginal Pinheiros (*O Globo*, article du 12 mai 2011).

Les « opérations de trafic » de la CET se déclinent également en une *gestion dynamique des voies* qui propose des expérimentations intéressantes de *changement de sens des voies*. La régulation par *voies réversibles (faixas reversíveis)* est l'une des mesures-phares de lutte contre la congestion. Elle est utilisée par la CET depuis 1986 pour augmenter la capacité du réseau. Le principe consiste à modifier le sens des voies en fonction de la charge du trafic aux heures de pointe. Chaque jour, les agents de la CET modifient manuellement, en disposant des plots sur la chaussée, le sens de 17 voies dont 5 sont *réservées aux bus*¹¹⁶.

¹¹⁵ Entretien avec L. Vilanova et S. Ming, ingénieur à la CET, 7 octobre 2009 à São Paulo.

¹¹⁶ La CET estime que la voie réversible sur l'avenue Radial Leste diminue les embouteillages sur cet axe de 18 kilomètres pendant la période de pointe du matin et de 7,5 kilomètres pendant celle du soir <http://www.cetesp.com.br/consultas/seguranca-e-fluidez/o-que-sao-faixas-reversiveis.aspx>, site consulté le 18 décembre 2011.

3.2 Des stratégies de l'offre complétées par les stratégies de la demande : *rodízio* et métro

Les stratégies de l'offre basée sur une meilleure exploitation du réseau ne sont pas les seules stratégies mises en place par la CET. L'agence paulistaine de gestion du trafic a également instauré des *stratégies de contrainte de l'usage automobile*. Après l'ampleur des travaux de voirie, ces stratégies marquent une seconde différence par rapport à la politique francilienne qui demeure très centrée sur l'exploitation.

Les stratégies de contrainte de l'usage automobile sont d'abord des *stratégies de restriction de l'usage automobile*. Ces stratégies visent les voitures particulières à travers une expérimentation pérennisée de *circulation alternée*, appelée *rodízio*. Elles visent également les transports collectifs privés et les camions, à travers l'extension du *rodízio* et d'autres mesures restrictives.

Le *rodízio* (rotation) est l'exemple inverse des couloirs de bus parisiens. C'est, à l'origine, une mesure de lutte contre la pollution de l'air qui a été récupérée en régulation de la congestion. Cet exemple souligne aussi la rivalité qui existe entre le gouvernement de l'État fédéré et la municipalité de São Paulo dans la gestion de la région métropolitaine (Mahendra, 2008 ; Vasconcellos, 2011a). L'initiative est lancée en 1995 par le secrétariat d'État à l'environnement dans l'objectif de réduire la pollution de l'air. Il s'agit d'empêcher 20% des automobiles de rouler un jour par semaine, de 7h à 20, dans une zone couvrant la ville de São Paulo et neuf autres municipalités de la région métropolitaine. Cette rotation des automobiles, ou circulation alternée, est déterminée par le dernier chiffre de la plaque d'immatriculation du véhicule¹¹⁷. L'expérimentation a lieu durant les mois d'hiver, de juin à août, quand les pics de pollution sont les plus élevés. Elle est d'abord basée sur un choix volontaire puis l'État fédéré la rend obligatoire en 1996 pour une durée de deux ans. La population réserve un accueil plutôt favorable au projet. Pourtant le secrétaire d'État à l'environnement n'est pas réélu et le projet s'arrête en 1996.

La CET est initialement opposée à ce projet. Les raisons tiennent au fait qu'elle dépend de la municipalité de São Paulo, qui n'a pas été associée au projet, et

¹¹⁷ Les voitures dont la plaque d'immatriculation se termine par 1 ou 2 n'ont pas le droit de circuler le lundi, par 3 ou 4 le mardi, par 5 ou 6 le mercredi, par 7 ou 8 le jeudi et par 9 ou 0 le vendredi.

qu'elle conçoit sa mission comme une amélioration de l'usage automobile et non pas comme une restriction. Pourtant, elle comprend que cette expérimentation visant à réduire la pollution peut être efficace pour réduire la congestion. Elle met alors en place, en 1997, un *rodízio* municipal effectif pendant les heures de pointe de semaine. Il a lieu durant toute l'année et il se limite au centre étendu. Son objectif est d'abord de réduire la congestion pendant les heures de pointe, puis de réduire la pollution de l'air.

Le *rodízio* municipal est bien accepté par la population (85% des automobilistes le respectent), car il est moins contraignant en termes d'horaires et de périmètre que l'expérimentation précédente et il favorise une baisse de la congestion. Néanmoins, il encourage la multimotorisation des ménages aisés qui résident dans le centre étendu (Mahendra, 2008 ; Vasconcellos, 2011a). Depuis 2009, le *rodízio* concerne également les poids lourds.

Les *mesures de restriction* visent aussi les transports collectifs privés (*fretados*). Depuis 2009, ils n'ont plus le droit de circuler en semaine, de 5h à 21h, dans une zone de restriction qui correspond aux deux tiers du centre étendu, là où se concentre une grande partie des emplois de la région métropolitaine.

Le centre étendu de São Paulo est la zone la plus congestionnée de la région métropolitaine (voir chapitre 4). Il connaît ainsi des mesures ciblées de lutte contre la congestion, basées sur une restriction d'usage de différentes catégories de véhicules motorisés.

D'autres régulations de contrainte de l'usage automobile sont à l'étude, sans que leur application ne soit envisagée à court terme. Un péage urbain de décongestion qui concernerait le centre étendu est inscrit dans le plan métropolitain des transports urbains, le PITU 2025. La CET n'y est pas favorable et préférerait une politique restrictive de stationnement (*O Globo*, article du 16 septembre 2008). Des voies de covoiturage ont été proposées dans les années 1980 par la CET, mais elles n'ont pas été mises en place (Vasconcellos, 2011a). Elles demeurent inscrites dans le plan directeur stratégique pour la municipalité de São Paulo (*Plano diretor estratégico – PDE*) voté en 2001 et revu en 2007. Enfin, la question de supprimer des voies a surgi au sein de la municipalité, à l'occasion des travaux de réfection de la voie rapide Presidente Artur da Costa e Silva qui traverse, en viaduc, le centre historique. En

2010, le maire de São Paulo a annoncé le projet de démolir le viaduc et de le transformer en parc urbain d'ici 2025 (*Folha de São Paulo*, article du 6 mai 2010)¹¹⁸.

Les *stratégies d'incitation aux alternatives à l'usage automobile* constituent le second volet des stratégies de la demande. Elles sont également mises en place dans la région métropolitaine de São Paulo. L'État fédéré finance l'*amélioration du réseau des trains de banlieue* et l'*extension du métro*. L'ouverture, en 2010, de la ligne 4 a ainsi permis de réduire de 25% le temps de trajet dans l'ouest du centre étendu¹¹⁹. L'État fédéré finance aussi la *réalisation d'une rocade ferrée*, le Ferroanel, parallèle au Rodoanel, à destination du trafic de marchandises en transit. L'objectif est de réduire la congestion sur les autoroutes d'accès à la région métropolitaine¹²⁰. La municipalité de São Paulo développe, quant à elle, des *couloirs de bus* dans le centre étendu depuis le début des années 2000. Elle *autorise les taxis* à les emprunter, considérant que les taxis participent à la réduction de la congestion. Quant aux initiatives d'auto-partage, elles émanent d'initiatives privées et restent modestes, à l'instar de Zazcar¹²¹.

Enfin, des mesures "douces" portant sur les horaires de travail ont été développées dans les années 1980. La municipalité a incité les nombreux centres commerciaux, alors en construction le long des grands axes, à ne pas ouvrir avant 10h, pour soulager la pointe du matin. Elle a également encouragé les agences bancaires à ouvrir seulement à partir de 10h et à fermer avant la pointe du soir. Ces projets auraient contribué à une meilleure répartition du trafic (Vasconcellos, 2011a).

3.3 Une articulation transport-urbanisme en retrait

La troisième catégorie de régulations est traitée en retrait. Certes, les documents de planification, comme le plan directeur stratégique de São Paulo, promeuvent de manière indirecte la ville compacte. Ils cherchent à intensifier

¹¹⁸ Le projet est d'enterrer la voie ferrée cernant le nord du centre historique et de créer une nouvelle avenue en surface pour accueillir une partie des 40 000 voitures qui empruntent chaque jour le viaduc.

¹¹⁹ Communiqué du gouverneur de l'État de São Paulo, 28 juin 2010.

¹²⁰ Communiqué du gouverneur de l'État de São Paulo, 21 août 2011.

¹²¹ Zazcar a été lancé en 2008. En 2011, il compte 300 adhérents (*O Estado de São Paulo*, article du 31 janvier 2011).

l'occupation du sol et à réduire les distances domicile-travail. Des projets de centres secondaires ont également été instaurés, afin de fuir la congestion et la violence du centre, à l'exemple d'Alphaville¹²². Ils ne peuvent être considérés comme des régulations émanant d'une volonté publique.

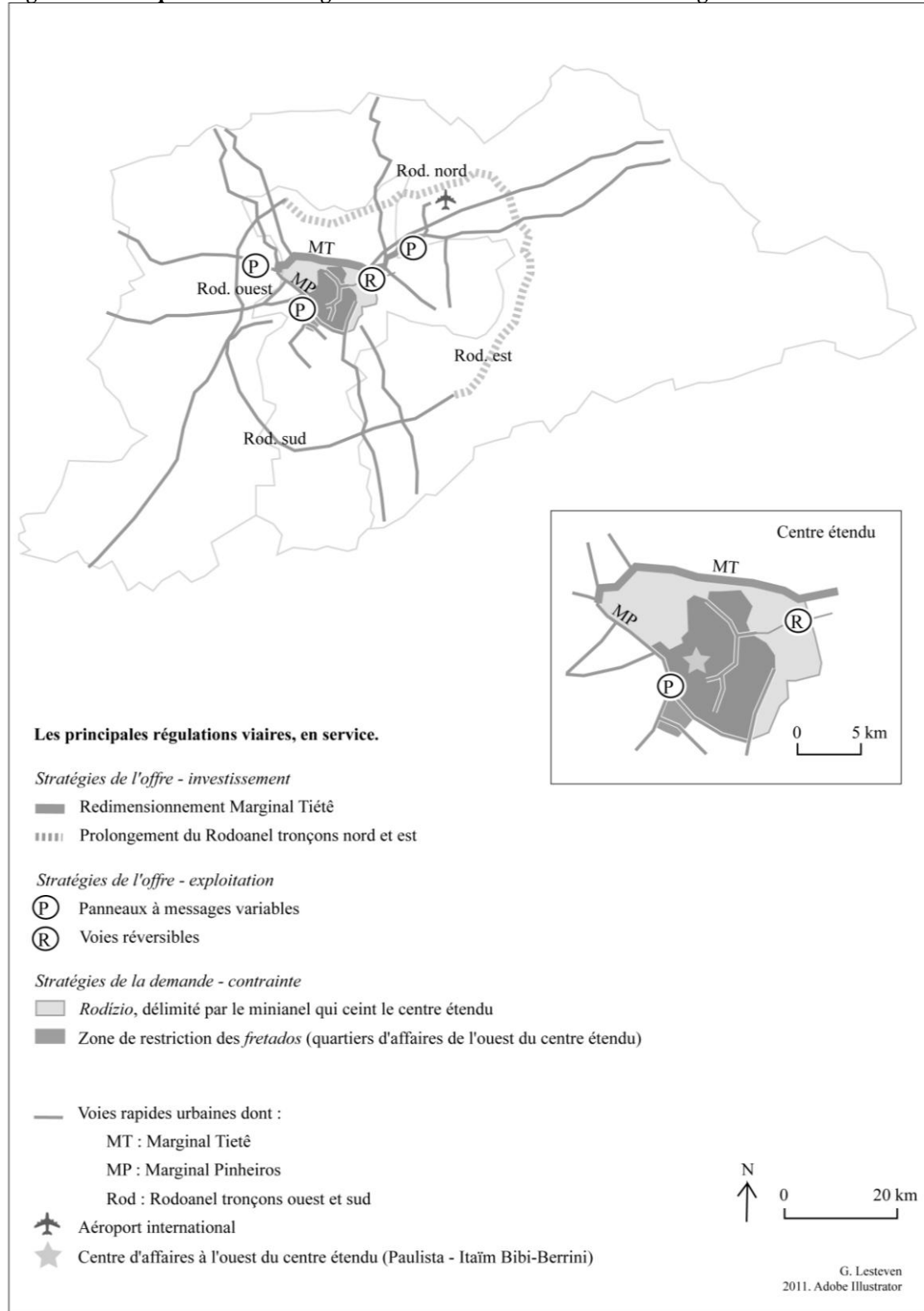
Le peu d'importance que revêtent les stratégies à long terme dans la politique de lutte contre la congestion, qu'il s'agisse du polycentrisme ou de la ville compacte, s'explique par des rivalités entre État fédéré et municipalités. Nous évoquons, en particulier, les rivalités entre l'État fédéré et la municipalité de São Paulo et celles au sein même de la municipalité de São Paulo. La politique municipale de lutte contre la congestion à São Paulo est gérée par trois entités : le secrétariat municipal à l'urbanisme (Sempla) qui définit l'usage du sol, le secrétariat municipal des transports (SMT) qui s'occupe de la circulation (CET) et des transports publics et le secrétariat des infrastructures urbaines et des travaux (SIURB). Or, la puissante CET, rattachée au secrétariat des transports, écrase le secrétariat à l'urbanisme qui manque de légitimité sur le sujet. Ainsi, les stratégies à court et moyen termes d'exploitation de la voirie et de restriction de l'usage automobile l'emportent sur les stratégies à long terme de planification urbaine (Vasconcellos, 2011a).

En résumé, nous observons une spatialisation des régulations dans la région métropolitaine de São Paulo. Un ensemble important de mesures variées, appartenant autant aux stratégies de l'offre qu'à celles de la demande, visent à réduire la congestion dans le centre étendu où se concentrent les embouteillages métropolitains. En périphérie, les stratégies sont moins nombreuses, plus classiques et aussi plus coûteuses. Il s'agit, avant tout, de stratégies d'investissement visant à accroître le réseau viaire.

Les mesures récentes, en particulier la construction du Rodoanel, le redimensionnement de la Marginal Tietê et les restrictions visant les camions, peinent à montrer leur efficacité face à un parc automobile qui ne cesse de croître. Ainsi, les embouteillages de la pointe du soir ont augmenté de 7% entre septembre 2010 et septembre 2011 (*O Estado de São Paulo*, article du 10 octobre 2011, d'après la CET).

¹²² Il s'agit d'un projet immobilier, développé dans les années 1970 sur des terres agricoles à 25 kilomètres à l'ouest du centre étendu. Sur le modèle des *Edge cities* (Garreau, 1991), Alphaville est composée de résidences, de centres commerciaux et de bureaux (Caldeira, 2000, p 253). Elle est reliée au centre étendu par l'autoroute payante Castelo Branco.

Figure 24 - Croquis des macro-régulations concernant la voirie dans la région de São Paulo.



4. La région métropolitaine de Mumbai : un enjeu de première importance, une réponse d'investissement

La lutte contre la congestion automobile est un enjeu de premier plan dans la région métropolitaine de Mumbai.

La libéralisation économique de l'Inde en 1991 accélère l'expansion des élites urbaines et leur motorisation (NCAER, 2004 ; Charrin, 2007). Ces élites veulent circuler en voiture à Mumbai, comme dans les grandes villes américaines ou européennes (Baviskar, 2011 ; Anand, 2006). Le réseau viaire apparaît trop petit face à la demande croissante. Il est encombré de toutes sortes de véhicules qui empêchent une bonne circulation des automobiles. La victoire de la Shiv Sena¹²³, aux élections de l'État du Maharashtra en 1995, relance l'investissement viaire en multipliant les viaducs routiers (*flyovers*) dans la municipalité du Grand Mumbai. Cela ne suffit pas. Le patronat se regroupe dans l'association *Bombay First*, créée en écho à l'association *London First*¹²⁴. En 2003, il commande au cabinet de conseil McKinsey un rapport intitulé *Vision Mumbai*. Ce rapport contient une liste de recommandations pour réduire, entre autres, la congestion et faire de Mumbai « une ville de rang mondial ».

Le gouvernement de l'État du Maharashtra, dirigé alors par le Parti du Congrès¹²⁵, s'inspire de ce rapport pour tenir un discours fort sur la ville de Mumbai et ainsi éclipser le parti rival, la Shiv Shena, qui détient la municipalité du Grand Mumbai (Zérah, 2009). Ce discours est renforcé par une politique d'investissement mise en œuvre par l'agence de planification de la région métropolitaine de Mumbai (*Mumbai Metropolitan Region Development Authority – MMRDA*), qui dépend du gouvernement du Maharashtra.

La MMRDA, en partenariat avec la Banque mondiale, a lancé en 2002 un grand projet d'investissement (*Mumbai Urban Transport Project - MUTP*). Celui-ci concerne principalement les infrastructures ferroviaires et, dans une moindre mesure, viaires. En 2003, elle complète ce projet par un volet massif d'investissements dans la

¹²³ Le parti régionaliste et xénophobe hindou de la Shiv Sena forme une coalition avec le Bharatiya Janata Party (BJP), le parti national de la droite hindoue.

¹²⁴ *London First* est une association qui regroupe des hommes d'affaires dont l'objectif est de faire de Londres la meilleure ville au monde pour faire des affaires (www.londonfirst.co.uk).

¹²⁵ Le Parti du Congrès forme une coalition avec le Parti National du Congrès qui est une émanation locale du Parti du Congrès après une scission en 1999.

voirie (*Mumbai Urban Infrastructure Project* - MUIP). La Banque mondiale conditionne son assistance à la réalisation d'un plan de planification de la région métropolitaine pour l'horizon 2030, le *Comprehensive Transportation Study* (MMRDA et LEA, 2008). Elle finance également la création d'une cellule de travail, la *Mumbai Transformation Support Unit* (MTSU), pour favoriser la transformation de Mumbai en une ville de rang mondial. Grâce à ces projets, la MMRDA obtient des financements du gouvernement indien, délivrés par la mission nationale sur le renouvellement urbain (*Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission* - JNNURM). Cette mission finance depuis 2005 la remise à niveau des infrastructures des grandes villes (Zérah, 2009).

La congestion automobile, due en particulier à une offre inadaptée dans un contexte de forte croissance de la demande, doit être réduite dans le dessein de transformer Mumbai en ville de stature internationale et dont le trafic est fluide (*free flow seamless*). Les stratégies d'investissement dans la voirie constituent une part importante de la politique métropolitaine de lutte contre la congestion. Elles sont complétées par des investissements massifs dans les transports publics lourds (Lesteven, 2011). Ces stratégies d'investissement, orchestrées par la MMRDA, soulignent la supériorité du gouvernement de l'État du Maharashtra dans la rivalité politicienne qui l'oppose à la municipalité du Grand Mumbai. Celle-ci est reléguée à des stratégies d'exploitation de moindre envergure.

Comme pour l'Île-de-France et la région métropolitaine de São Paulo, nous étudierons d'abord les stratégies de l'offre, suivies de celles de la demande, pour conclure sur l'articulation entre transport et urbanisme. Un croquis final présentera les principales régulations.

4.1 Les stratégies de l'offre : les grands travaux dominant la politique de lutte contre la congestion

Les stratégies d'investissement sont, principalement, du ressort de la MMRDA. Une autre institution rivale, la Société de Construction de Routes de l'État

du Maharashtra (*Maharashtra State Road Development Corporation* - MSRDC), réalise aussi des investissements routiers. La MSRDC dépend également du gouvernement du Maharashtra. Elle a été créée en 1996 par la Shiv Sena dans le but originel de contourner la MMRDA (D'Monte, 2010, p. 170).

Plusieurs grands chantiers sont en cours ou viennent d'être achevés. Le chantier du Bandra Worli Sealink a été achevé en 2009, après dix ans de travaux. Commandité par la MSRDC, ce projet a pris cinq ans de retard et a coûté 2,5 fois plus cher que prévu¹²⁶. Il s'agit de la construction d'un pont payant qui relie la banlieue ouest à la ville insulaire. Long de 5,6 kilomètres, ce pont de deux fois quatre voies permet de décongestionner la Chaussée de Mahim (Mahim Causeway), jusqu'alors le seul axe reliant la banlieue ouest et la ville insulaire. Il faut, aux heures de pointe, moins de 10 minutes pour relier le quartier de banlieue de Bandra au quartier de Worli, contre 45 à 60 minutes avant l'ouverture du pont. En contrepartie, le péage de financement est de 50 roupies (0,75 euro).

Le Bandra Worli Sealink constitue le premier tronçon de la nouvelle autoroute occidentale (Western Freeway). L'objectif de cette autoroute est de réduire la congestion entre la banlieue ouest et la ville insulaire. Constituée d'une série de ponts et de tunnels, elle doit permettre, à terme, de relier le nord de la banlieue ouest à la pointe sud de la péninsule, en passant par la mer ou sous terre. Le second tronçon, le Worli Haji Ali Sealink, dont les travaux auraient dû commencer au premier semestre 2011, fait actuellement l'objet d'un désaccord entre la MSRDC et le constructeur (*Times of India*, article du 14 novembre 2011)¹²⁷.

À l'est de la péninsule, de grands travaux sont également envisagés. Il s'agit tout d'abord de réaliser la liaison, tant attendue, entre la péninsule et le continent. Le Mumbai Transharbour Link, long de 22,6 kilomètres, doit permettre de réduire le trajet de Mumbai à Alibaug de trois à une heure. Le projet est commandité par la MMRDA. La mise en service des six voies routières est prévue pour 2015 et celle des deux voies de métro pour 2017¹²⁸.

Dans le cadre du MUIP co-financé par le JNNURM, la MMRDA est en train de finaliser la réalisation de l'autoroute orientale (Eastern Freeway). Il s'agit du

¹²⁶ La construction du pont a coûté 16 milliards de roupies (230 millions d'euros) (*DNA*, article du 30 juin 2011).

¹²⁷ Le coût des travaux du *Worli Haji Ali Sealink* est estimé à 50 milliards de roupies (~700 millions d'euros) (*Times of India*, article du 14 novembre 2011).

¹²⁸ Le coût des travaux du *Mumbai Transharbour Link* est estimé à 88 milliards de roupies (1,3 milliards d'euros) (*Times of India*, article du 24 novembre 2011).

pendant oriental de l'autoroute de l'ouest évoquée précédemment. Cette autoroute surélevée doit relier la ville insulaire à la banlieue est. Il est prévu que les autoroutes occidentale et orientale se rejoignent au sud de la péninsule pour former une rocade.

Ces stratégies d'investissement n'ont pas seulement comme objectif d'améliorer les liaisons nord-sud entre les banlieues et la ville insulaire. Elles doivent également renforcer les liaisons est-ouest. Deux projets majeurs ont été définis par la MMRDA et la Banque mondiale dans le cadre du MUTP : la construction de la route de liaison Santacruz-Chembur, en cours d'achèvement, et le redimensionnement de la route de liaison Jogeshwari-Vikhroli dont les travaux se sont terminés en 2006. Ils ont permis de doubler la capacité de la route qui est passée de quatre à huit voies. Néanmoins, un désaccord avec le Ministère des chemins de fer indien a bloqué les travaux d'agrandissement des franchissements des voies ferrées (*railway over bridges*). La rupture de capacité aux points de franchissements a accentué la congestion sur cet axe. Un accord a été trouvé et les travaux devraient être terminés pour janvier 2012 (*Times of India*, article du 28 novembre 2011). Les *franchissements des voies ferrées* sont un enjeu important dans la réduction de la congestion à Mumbai. Une vingtaine de franchissements ont été réalisés depuis la fin des années 1990, nécessitant à chaque fois l'accord du Ministère indien des chemins de fer.

La puissance publique cherche à augmenter la capacité du réseau viaire, non seulement en construisant de nouvelles routes ou en redimensionnant les routes existantes, mais également en les dédoublant, grâce à la *construction de nombreux autoponts (flyovers)*. Réservés aux automobiles, les autoponts permettent d'éviter les intersections à feux, la confrontation avec des véhicules plus lents et la réduction des chaussées due au stationnement sauvage et au commerce ambulant (*encroachments*). La voie rapide orientale (Eastern Express Highway - EEH), qui relie la municipalité de Thane à la ville insulaire de Mumbai, en passant par la banlieue est, est un axe « à double étage » sur 17 des 20 kilomètres (*Times of India*, 14 avril 2011). Depuis les premiers autoponts réalisés dans les années 1990 par la MRSDC, près de 40 ont été réalisés sur l'ensemble des grands axes. 12 d'entre eux viennent d'être achevés ou sont en cours d'achèvement dans le cadre du MUIP¹²⁹.

¹²⁹ Les travaux de ces 12 derniers autoponts sont estimés à 5,33 milliards de roupies (77 millions d'euros) (<http://www.mmrdamumbai.org/showProject.jsp?srv=KPJaoa14ktyl0ey>, site consulté le 22 décembre 2011).

Les autoponts font partie d'un groupe de régulations rapides à mettre en place et relativement peu coûteuses pour la puissance publique. Ils améliorent la fluidité du trafic en éliminant tout ce qui pourrait créer des ruptures dans le débit. Ainsi, la MMRDA multiplie les *passages piétons surélevés* ou souterrains. 36 passages piétons surélevés ont été construits par la MMRDA depuis 2008. L'objectif de la MMRDA est à la fois d'assurer la sécurité des piétons et de réduire, au minimum, l'impact sur le trafic automobile¹³⁰. Constatant la non-utilisation de ces passages par les piétons et face aux difficultés pour convaincre les publicitaires de les financer, la MMRDA a décidé de ne pas poursuivre l'expérience (*DNA*, article du 7 juillet 2011).

De plus, le document de planification de la MMRDA promeut un *programme de suppression du commerce qui empiète sur la chaussée (encroachment removal)* (MMRDA et LEA, 2008, p. 421).

Les *stratégies d'exploitation* sont reléguées en seconde position, derrière les stratégies d'investissement. Elles sont considérées avec un certain mépris par la MMRDA, en charge de l'investissement. Pour la MMRDA, la gestion de la congestion est un problème local, du ressort de la municipalité du Grand Mumbai ou de la police du trafic¹³¹.

L'*information trafic* à destination des automobilistes n'existe pas. Les entretiens avec les ménages motorisés mumbaikars (voir chapitre 8) ont relevé que les automobilistes mumbaikars, à la différence des automobilistes franciliens et paulistains, ne réclament pas d'information trafic en temps réel.

La mesure d'exploitation la plus notable est une mesure de *régulation des flux de circulation*. Il s'agit de l'installation de 250 *feux de signalisation* qui s'adaptent au débit, afin de réduire les délais aux intersections dans la ville insulaire. Financée par la Banque mondiale dans le cadre du MUTP, cette mesure aurait diminué la congestion de 20% aux intersections importantes (*Times of India*, article du 4 juillet 2011). La police du trafic poste également des hommes pour réguler la circulation en cas de congestion non-récurrente¹³².

¹³⁰ <http://www.mmrdamumbai.org/showProject.jsp?srv=Lx5XYy603W8Nen>, site consulté le 22 décembre 2011.

¹³¹ Entretien avec P.R.K. Murthy, chef du département transports et communication de la MMRDA, le 17 mars 2010 à Mumbai.

¹³² La police du trafic de Mumbai est rattachée à la police de l'État du Maharashtra. Entretien avec S. Barvé, chef de la police du trafic de Mumbai, le 5 avril 2010 à Mumbai.

Des mesures de *gestion dynamique* existent également. Certains tronçons de la chaussée de Mahim sont à sens unique et *changent de sens en fonction de la pointe de trafic* : vers le sud le matin, vers le nord le soir. Il arrive également qu'à Worli, à l'entrée de la ville insulaire, les agents de police *modifient le nombre de voies en fonction du trafic*.

4.2 Les stratégies de la demande : l'opportunité des transports publics

Premier volet des stratégies de la demande, les *stratégies de contrainte de l'usage automobile* ne sont pas à l'ordre du jour dans la région métropolitaine de Mumbai. Néanmoins, des mesures de restriction demeurent. Les camions et les *autorickshaws* n'ont pas le droit de circuler en journée dans la ville insulaire. En 2011, les chauffeurs d'autorickshaws ont fait pression pour lever cette interdiction. Mais les chauffeurs de taxis, la police du trafic et les habitants s'y sont opposés (*Times of India*, article du 20 mai 2011).

Un projet de péage urbain de décongestion, sur le modèle de Londres mais avec la technologie de Singapour, est envisagé dans le document de planification de la MMRDA à l'horizon 2016 (MMDRA et LEA, 2008, p. 423). Ce péage-cordon concernerait la ville insulaire, afin d'y réduire la congestion. Il est intéressant de noter qu'un projet de circulation alternée (*traffic restraint scheme*) concernant la ville insulaire a été proposé par le rapport du commissaire aux transports VM Lal en 2000. Il reprend le contenu d'une action en justice déposée par l'association Bombay Environmental Action Group en 1999. Ce projet de circulation alternée cherche d'abord à réduire la pollution atmosphérique puis la congestion. L'exécution de ce projet a été rejetée, devant la Cour de justice, par le gouvernement du Maharashtra en 2009 (*Times of India*, article du 25 juin 2009).

Le document de planification de la MMRDA indique la nécessité d'une politique métropolitaine de stationnement pour réduire la congestion (MMRDA et LEA, 2008, p. 426). Néanmoins, la presse déplore le manque d'initiatives pour créer une véritable politique de stationnement à l'échelle de la région métropolitaine (*Down to Earth*, article du 11 janvier 2011). Des efforts ont été réalisés concernant la

construction de parkings en ouvrage. Mais ces parkings sont sous-utilisés, car le stationnement sur voirie est meilleur marché, lorsqu'il est autorisé, et peu réprimandé, lorsqu'il est sauvage.

À la différence du premier volet des stratégies de la demande, le second volet consacré aux *alternatives à l'usage automobile* fait partie de la politique mumbaïkar de lutte contre la congestion automobile. Les stratégies d'amélioration et de développement des transports publics jouent un rôle important¹³³.

La région métropolitaine de Mumbai dispose d'un réseau performant de trains de banlieue (voir chapitre 3). Or, depuis les années 1970, l'infrastructure ferroviaire, qui dépend du Ministère indien des chemins de fer, a peu évolué, alors que la population a quadruplé. Dans le cadre du MUTP, un accord sous l'égide de la Banque mondiale a été trouvé entre le Ministère et l'État du Maharashtra, avec pour objectif *d'améliorer le réseau ferré et le matériel roulant*. De même, de *nouveaux bus* climatisés ont été mis en service dans le cadre du MUTP. Il est prévu de réaliser un *réseau de bus en site propre* sur les voies rapides orientale et occidentale qui desservent la péninsule.

Dans une logique de réduction de la congestion, la MMRDA cherche également à *développer de nouveaux modes de transport*. Cette stratégie lui permet de contourner les enjeux de gouvernance, comme dans le cas du train et du bus où il lui faut s'accorder respectivement avec l'Union et avec la municipalité du Grand Mumbai. Ces nouveaux modes sont le métro et le monorail.

Le *métro aérien* est en construction. La ligne 1, longue de 11,4 kilomètres, desservira 12 stations, reliant la banlieue est à la banlieue ouest. Elle permettra de mettre trois fois moins de temps pour parcourir l'ensemble du parcours. La ligne devrait être livrée fin 2012. Le *monorail*, plus étroit que le métro aérien, est en cours de construction dans la ville insulaire¹³⁴. Les prix des tickets du métro et du monorail seront plus élevés que les prix des tickets pour le train et le bus. Ces nouveaux modes

¹³³ Entretien avec UPS Madan, directeur de la cellule de travail de transformation de Mumbai, le *Mumbai Transformation Support Unit*, le 21 avril 2010 à Mumbai.

¹³⁴ Les coûts de construction sont élevés : 23,65 milliards de roupies (340 millions d'euros) pour la ligne 1 du métro et 27,16 milliards de roupies (390 millions d'euros) pour la ligne 1 du monorail. (<http://www.mmrda-mumbai.org/showProject.jsp?srv=oysg7p4tZxAWyX> et www.mmrda-mumbai.org/showProject.jsp?srv=iVqIZU5xVRqfbb, site consulté le 22 décembre 2011).

de transport s'adressent à une clientèle aisée, qui a les moyens de se motoriser. Ils se présentent donc comme une alternative à la voiture.

Enfin, le projet de mettre en place un système de ferries (*water transport project*), pour alléger le trafic routier, est régulièrement évoqué par le gouvernement de l'État du Maharashtra. Mais sa réalisation est sans cesse repoussée (*Hindustan Times*, article du 22 novembre 2011).

4.3 Une articulation transport-urbanisme pour dédensifier

Dans la région de Mumbai, l'articulation transport-urbanisme dans une perspective de réduction de la congestion passe par le développement de nouveaux centres d'affaires, en banlieue et sur le continent, afin de dédensifier la ville insulaire (Bombay First et McKinsey, 2003 ; MMRDA et LEA, 2008). La ville nouvelle de Navi Mumbai a été construite sur le continent, dans les années 1970. Elle illustre cette politique de dédensification de l'emploi dans des pôles secondaires. Le Bandra-Kurla Complex, construit plus récemment dans la banlieue ouest, est un autre exemple.

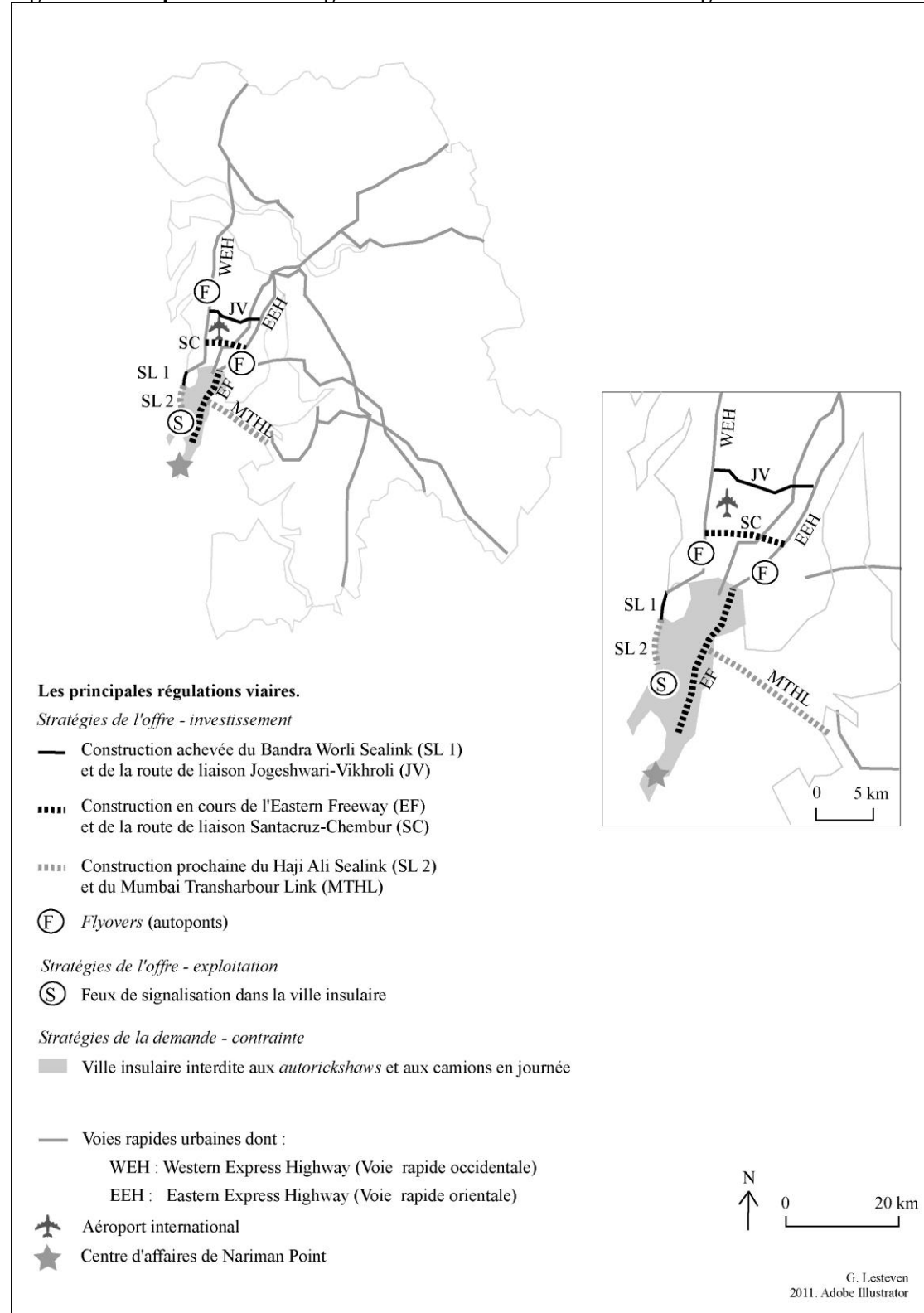
La puissance publique semble également réfléchir à la promotion d'une ville compacte ou plutôt verticale. La cellule de travail pour la transformation de Mumbai, le *Mumbai Transformation Support Unit*, a commandé au cabinet de consultants Surbana International, basé à Singapour, un schéma de développement (*concept plan*) de Mumbai à l'horizon 2052. Les premiers rendus préconisent une verticalisation des constructions dans la municipalité du Grand Mumbai, grâce à une augmentation du coefficient des sols, tout en continuant à promouvoir le polycentrisme (*Hindustan Times*, article du 5 mars 2011).

En conclusion, la lutte contre la congestion automobile dans la région métropolitaine de Mumbai passe avant tout par des stratégies d'investissement dans la voirie et dans les transports en commun. Ces stratégies commanditées par la MMRDA, grâce à des financements propres, de l'Union (JNNURM), de la Banque mondiale et des partenariats public-privé, sont destinées à satisfaire l'élite motorisée.

Des critiques contre cette politique élitiste émergent au sein de la société civile et parmi les universitaires. Les critiques peuvent être patrimoniales. Citons l'exemple

de la rue Bhuleshwar dans le vieux Mumbai dont le projet de redimensionnement de la voirie a été rejeté, car il devait détruire plusieurs temples anciens (*Times of India*, article du 18 février 2010). Les critiques pointent surtout un problème de hiérarchisation des enjeux. Le gouvernement de l'État de Maharashtra construit des infrastructures coûteuses et sophistiquées, comme le Sealink ou le métro aérien, destinées à une minorité, alors que plus de 50% de la population vit dans des *slums*. Cette politique transformerait l'espace urbain en creusant l'écart entre les pauvres et les riches (Banerjee-Guha, 2010).

Figure 25 - Croquis des macro-régulations concernant la voirie dans la région de Mumbai.



5. Conclusion du cinquième chapitre

L'étude des macro-régulations dans ces trois métropoles mène au constat suivant. La puissance publique semble accorder davantage d'importance au problème de la congestion quand les niveaux de congestion sont élevés, quand la congestion est bien circonscrite dans l'espace métropolitain et quand elle touche d'abord les groupes sociaux supérieurs. Elle privilégie alors les régulations coûteuses et lourdes à mettre en place, en particulier les stratégies d'investissement dans la voirie. Il s'agit de développer l'offre viaire pour répondre à la demande automobile en forte croissance. Cette politique de grands travaux permet également de se positionner parmi les villes de rang mondial.

Nous remarquons également que lorsque la congestion est considérée comme un problème important, la politique de lutte est menée par un acteur public principal qui mise surtout sur des stratégies d'investissement. C'est le cas dans la région métropolitaine de Mumbai où le gouvernement de l'État du Maharashtra est l'instance publique en charge de cette politique. Il délègue son action à son antenne de planification, la MMRDA, et parfois aussi à sa rivale, la MSRDC. La municipalité du Grand Mumbai a un rôle réduit à l'exploitation. Or, l'exploitation occupe une place modeste dans la politique mumbaïkar de lutte contre la congestion.

Dans la région métropolitaine de São Paulo, la situation tend à être binaire. L'investissement est principalement à la charge du gouvernement de l'État de São Paulo. L'exploitation et les stratégies de contrainte de l'usage automobile sont du ressort de la puissante CET, l'agence de gestion de la circulation de la municipalité de São Paulo.

Enfin, en Île-de-France, le jeu d'acteurs est plus morcelé. L'État déconcentré occupe encore une place importante, à travers l'action de la DIRIF. La Direction Interdépartementale des Routes d'Île-de-France regroupe les anciennes Directions Départementales de l'Équipement (DDE). Elle s'occupe de l'investissement et de l'exploitation sur le réseau des voies rapides. La DIRIF semble encore être l'acteur principal concernant les stratégies de l'offre. Il arrive qu'elle soit remplacée par les Conseils généraux. Concernant les stratégies de la demande, les acteurs sont plus nombreux : la Région Île-de-France mais aussi les collectivités locales, à l'instar de la

puissante Ville de Paris. Enfin, en termes de planification, nous soulignons le rôle croissant pris par la Région, gouvernée par une majorité « plurielle » (la gauche et les verts). Ceux ne sont plus les services de l'État qui ont produit le dernier Schéma Directeur de 2008 mais la Région, en interaction avec les autres collectivités locales. Ce changement d'acteurs explique, en partie, pourquoi la lutte contre la congestion automobile n'est plus considérée comme un enjeu prioritaire, alors qu'elle l'était dans les précédents schémas directeurs, produits par les services déconcentrés de l'État. Ainsi, les relations entre l'État et les collectivités locales d'Île-de-France, en particulier la Région et la Ville de Paris, restent complexes, malgré les lois de décentralisation. Le projet du « Grand Paris » est la preuve que l'État ne se satisfait pas d'un rôle secondaire dans la gouvernance francilienne et qu'il cherche à se placer au cœur du débat.

Le tableau ci-après résume de manière schématique les interventions des principaux acteurs publics dans la politique de lutte contre la congestion à l'échelle métropolitaine.

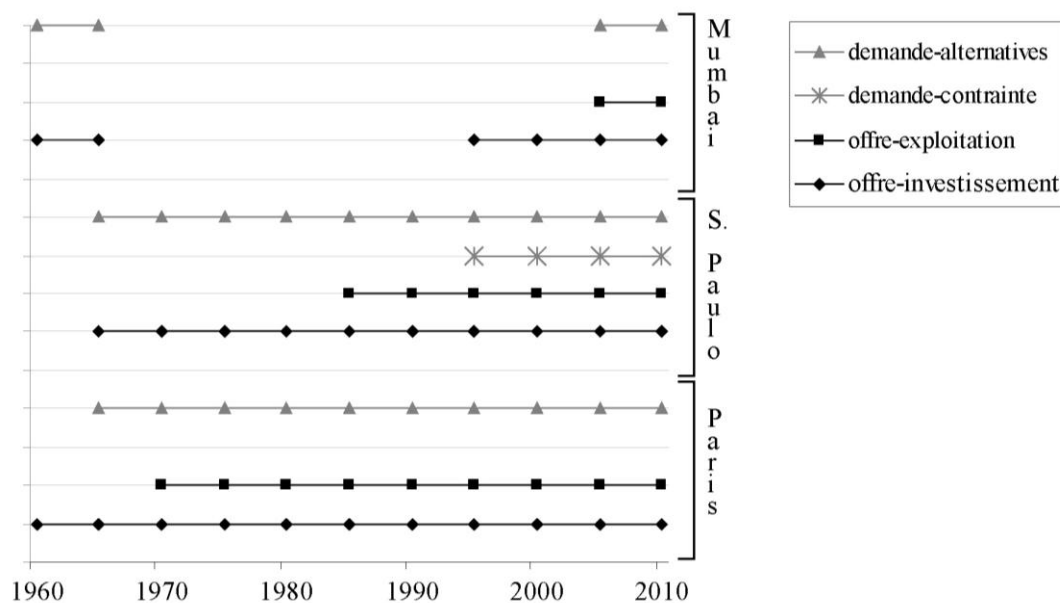
Tableau 19 - Jeu d'acteurs dans la politique de lutte contre la congestion, en fonction des catégories de macro-régulations, par terrain.

	Stratégies de l'offre		Stratégies de la demande		Articulation transport urba
	Investissement	Exploitation	Contrainte	Alternatives	
Ile-de-France	Etat déconcentré (DIRIF) + Conseils généraux	Etat déconcentré (DIRIF)		Région + Ville de Paris	Région
Région métropolitaine de São Paulo	Etat de São Paulo	Municipalité de São Paulo (CET)	Municipalité de São Paulo (CET)	Etat de São Paulo	Etat de São Paulo + Municipalité de São Paulo (SEMPA)
Région métropolitaine de Mumbai	Etat du Maharashtra (MMRDA, MSRDC)	Etat du Maharashtra (MMRDA) + Municipalité du Grand Mumbai		Etat du Maharashtra (MMRDA) + Municipalité du Grand Mumbai	Etat du Maharashtra (MMRDA)

En plus du jeu d'acteurs, nous avons remarqué que le choix des macro-régulations s'inscrit dans une temporalité qui peut différer d'une région métropolitaine à l'autre. Cette réflexion sur la temporalité de l'action publique est intéressante, car elle permet de répondre à l'hypothèse selon laquelle les régulations diffèrent selon le niveau de développement automobile et l'aire métropolitaine à laquelle le système appartient.

La chronologie ci-après présente, à grands traits, les périodes où les stratégies sont mises en place. Nous avons décidé de commencer à partir de la décennie 1960, quand émerge la motorisation de masse en Île-de-France.

Figure 26 - Chronologie schématique de la mise en place des catégories de macro-régulations par terrain.



À la lecture de cette chronologie, nous remarquons que les politiques de lutte contre la congestion en Île-de-France et dans la région métropolitaine de São Paulo présentent des temporalités assez proches. La situation dans la région métropolitaine de Mumbai est très différente. Le choix des stratégies par la puissance publique refléterait en partie le niveau de développement du système automobile. La croissance de la motorisation apparaît comme la variable principale (voir chapitre 3). En Île-de-France, le taux de motorisation tend à stagner. À l'inverse, il continue de croître rapidement dans la région métropolitaine de São Paulo et explose dans la région de Mumbai.

En résumé, les stratégies d'investissement semblent être privilégiées quand le système automobile est en cours de développement et quand perdure un décalage important entre l'offre viaire disponible et la demande automobile croissante. Lorsque le système est plus développé et que la demande automobile tend à se tasser, d'autres contraintes prennent de l'importance (réchauffement climatique, santé publique). Les stratégies se diversifient alors (stratégies d'exploitation, stratégies de contrainte de la demande). Nous notons que quand le niveau de congestion demeure sévère, malgré une offre viaire bien développée, la puissance publique est contrainte de mettre en place des stratégies innovantes. Le *rodízio* à São Paulo est un exemple. Nous proposons, dans le chapitre suivant, d'étudier quelques-unes de ces stratégies innovantes, souvent citées dans la littérature mais qui n'existent pas (encore) dans les terrains étudiés.

CHAPITRE 6

-

LES MACRO-RÉGULATIONS INNOVANTES

Ce chapitre s'inscrit dans le prolongement du chapitre précédent. Nous complétons l'étude des macro-régulations effectives dans les trois terrains d'étude par des exemples de macro-régulations innovantes, mises en œuvre dans d'autres régions métropolitaines (1). Nous achevons ce travail sur les macro-régulations par une réflexion sur les limites qu'elles rencontrent et qui freinent leur efficacité à résorber la congestion (2).

1. Quelques exemples de macro-régulations innovantes

Parmi les macro-régulations listées dans le tableau qui ouvre la première partie du chapitre précédent, six d'entre elles sont inscrites en italique. L'italique indique qu'elles ne sont effectives dans aucun des terrains étudiés, bien qu'elles puissent être à l'étude. Il s'agit de stratégies de la demande, cherchant à contraindre l'usage automobile. Citons-les :

- instaurer un péage urbain de décongestion,*
- instaurer une politique de récompense,*
- créer des voies de covoiturage,*
- supprimer des voies,*
- instaurer une politique de stationnement,*
- instaurer des politiques fiscales concernant la possession et l'usage automobile.*

Ces stratégies, en particulier les quatre premières, sont citées dans la littérature comme des éléments constitutifs d'une politique publique innovante de lutte contre la congestion. Qu'entendons-nous par politique publique *innovante* de lutte contre la congestion automobile ?

Il s'agit de politiques publiques qui mettent en place des macro-régulations *effectives*, c'est-à-dire répondant aux trois critères énoncés précédemment (situation de congestion, volonté de la puissance publique de réduire la congestion, résultats) et qui sont présentées par la littérature comme de « bons exemples » (*best practices*). Ces bons exemples sont des expérimentations réussies de la théorie (cas du péage urbain de décongestion ou de la politique de récompense). Ils peuvent également mettre fin à une controverse (réduire la voirie diminue ou augmente le trafic ?). Ils deviennent alors des modèles pouvant être « transférés » dans d'autres régions métropolitaines (Mardsen et Stead, 2011).

Nous sélectionnons deux exemples emblématiques parmi les six macro-régulations évoquées ci-dessus : le péage urbain de décongestion à Londres en

Angleterre (1.1) et la suppression d'une autoroute urbaine à Séoul en Corée du Sud (1.2). À partir de ces deux exemples, nous cherchons à montrer comment un ensemble de variables peut produire de nouvelles macro-régulations *effectives*, dépassant les limites des macro-régulations les plus courantes. Nous étudierons les limites des macro-régulations plus en détail dans la partie suivante (2).

1.1 Contraindre l'usage par les prix : le péage urbain de décongestion à Londres

La théorie

L'ingénieur des Ponts et Chaussées J. Dupuit (1849) est l'un des premiers à réfléchir à la question du péage, autrement dit à l'usage payant d'une infrastructure viaire. L'économiste A. Pigou (1912) poursuit ses travaux. Il propose d'instaurer un péage monétaire afin d'éliminer le surcoût qu'un automobiliste inflige à lui-même et aux autres, en s'engageant sur un itinéraire déjà encombré et en contribuant à baisser la vitesse de déplacement. Ainsi, selon la théorie économique, la supériorité du péage sur d'autres instruments de rationnement de la circulation automobile réside dans sa capacité à sélectionner les automobilistes qui retirent le plus de bénéfice net de leur déplacement en automobile (Glachant et Bureau, 2004, p. 14).

Les premières expérimentations

L'économiste W. Vickrey (1963) propose d'expérimenter un péage de régulation à Washington. Mais son expérimentation reste à l'état de projet, faute d'outils technologiques suffisamment performants. La première expérimentation urbaine a lieu à Singapour en 1975. Le système papier manuel est remplacé en 1998 par un péage électronique. Il faut attendre les années 1990 pour que les expérimentations de péage urbain se multiplient, d'abord en Norvège puis en Angleterre et en Suède. Ce changement politique à l'égard du péage peut s'expliquer par une meilleure acceptation politique de l'économie de marché. Le coût de services est reporté directement sur le consommateur final et non sur le contribuable, par l'intermédiaire des budgets publics (Piron, 1997). L'innovation technologique permet

surtout de rendre abordable la télé-perception des redevances qui varient selon les lieux, les jours et les heures de passage des véhicules (Raux, 2007).

Le péage urbain de décongestion à Londres

L'expérimentation la plus emblématique est celle de Londres. Le péage urbain de décongestion a été mis en place à Londres en 2003. Il fait suite à la loi votée en 1999 par l'Autorité stratégique du Grand Londres (*Greater London Authority Act*). Cette loi prévoit la possibilité de percevoir des taxes sur la propriété d'un véhicule et d'imposer un péage pour l'utilisation des véhicules à moteur.

La zone du péage, couvrant 21 km², correspond à l'hypercentre de Londres. Elle a été étendue en 2007 puis a retrouvé sa taille initiale en 2011. Elle consiste principalement en un centre d'affaires avec peu de résidents et beaucoup d'emplois. 2% de la population du *Greater London* y habitent et 26% y travaillent (TfL, 2007). La particularité de la zone péagère est qu'avant même la mise en place du péage, plus de 80% des actifs travaillant dans la zone s'y rendaient en transports en commun. Du point de vue du ratio emploi par habitant, cela reviendrait à instaurer un péage urbain à la Défense et non pas au centre de Paris (Prud'homme et Bocarejo, 2005).

Le péage de Londres est un succès technique. Le système de collecte marche bien, malgré ses importants coûts de fonctionnement. La circulation automobile a été améliorée. Avant la mise en service du péage, les déplacements automobiles dans la zone ne représentaient que 10% des déplacements. Après la mise en service, l'organisme municipal en charge des transports *Transport for London* observe une baisse de 18% du volume de circulation entrant dans le périmètre et de 15% de celui circulant à l'intérieur de la zone. Les vitesses de déplacement ont augmenté de 30% et les retards dus à la congestion ont baissé de 30%. Les bus ont connu une augmentation de leur fréquentation et leur qualité de service a été grandement améliorée (TfL, 2005). Néanmoins, les niveaux actuels de congestion à l'intérieur de la zone sont redevenus les mêmes qu'avant la mise en service du péage, même si le nombre de voitures en circulation reste stable depuis 2003. Cela s'explique par une réallocation d'une partie de la voirie en pistes cyclables et en voies de bus et par de nombreux travaux en vue des Jeux Olympiques de 2012¹³⁵.

¹³⁵ Entretien avec P. Jones, professeur à *University College London*, le 8 septembre 2010 à Leeds.

Le péage de Londres est également un succès politique. Le maire de Londres K. Levingston a joué un rôle essentiel dans l'implantation du péage. Il a rallié les médias à son projet et l'opinion publique a suivi (Prud'homme et Bocarejo, 2005). Ce péage est « autant un "coup" de communication politique qu'un remède à la congestion et à la pollution à l'échelle de la métropole » (Appert, 2009).

Le bilan économique est plus mitigé. Pour *Transport for London* (2005) le bilan est neutre. Pour R. Prud'homme et J. P. Bocarejo (2005), il est négatif, car les coûts de mise en œuvre et les subventions aux bus sont supérieurs au gain économique procuré par le péage. Il y aurait eu aussi baisse de la diversité des commerces de détail dans la zone, au profit des banques. De même, les impacts sur les réseaux jouxtant la zone sont moins clairs.

Un transfert possible ?

À la suite de Londres, Stockholm s'est dotée d'un péage urbain de décongestion en 2007, après une phase-test de six mois en 2006. Le bilan, cinq ans après sa mise en service, est positif. Les niveaux de congestion n'ont pas augmenté dans le centre de Stockholm délimité par le péage-cordon. La congestion ne semble pas non plus s'être déplacée en périphérie (Börjesson et al, 2012). À l'inverse, l'adoption d'un péage urbain de décongestion a été rejetée par référendum à Edinbourg en 2005 ou à Manchester en 2008.

Qu'en est-il du transfert de l'expérience londonienne dans les trois terrains étudiés dans la thèse ? Le péage urbain de décongestion est inscrit dans les documents de planification des régions métropolitaines de São Paulo et de Mumbai. La référence à Londres est très claire dans le cas de Mumbai (MMRDA et LEA, 2008, p. 423). Elle n'est pas évoquée dans les documents de planification de la région de São Paulo (PITU) mais la presse en fait l'écho (*O Globo*, article du 16 septembre 2008). Néanmoins, aucune expérimentation n'est prévue à court terme. En Île-de-France, l'exemple londonien a suscité des débats. Des points communs penchent en faveur d'un transfert de l'expérience : un niveau de congestion comparable et un problème de financement des transports publics. Mais Londres a des atouts en faveur de l'acceptabilité du péage que n'a pas Paris : une faible part des déplacements en voiture dans l'hypercentre et un décideur unique (Glachant et Bureau, 2004, p. 102). Néanmoins, depuis l'adoption de la loi Grenelle 2 en 2010, l'instauration d'un péage urbain de décongestion est désormais possible. La Ville de Paris pourrait mettre en

valeur ses atouts propres. Le réseau de transports en commun déjà performant pourrait accueillir dans de relatives bonnes conditions les automobilistes qui décident de les prendre après l'instauration d'un péage. L'éclatement des circonscriptions politiques en Île-de-France peut aussi favoriser sa mise en place. Un péage à Paris aurait surtout des effets négatifs sur les habitants de petite couronne. Il est possible de penser que leurs préférences passent, pour le maire de Paris, après celles de ses électeurs (Glachant et Bureau, 2004, p. 104).

**Une expérimentation de second choix (*second-best scheme*) :
l'expérimentation néerlandaise d'une politique de récompense**

Face aux difficultés de mise en place du péage urbain de décongestion, en particulier les questions d'équité sociale et d'acceptabilité politique, des chercheurs néerlandais ont suggéré de créer une politique récompensant les automobilistes qui évitent de se déplacer pendant les heures de pointe (Ben-Elia et Ettema, 2011). Récompenser ceux qui modifient leurs horaires, leurs itinéraires ou leurs modes de déplacement évite de pénaliser l'ensemble des automobilistes par un péage. La motivation des usagers est généralement plus forte lorsqu'il s'agit de récompenses que de sanctions, comme le péage ou une politique restrictive de stationnement.

Une expérimentation a été menée aux Pays-Bas en 2006, durant 3 mois auprès de 340 participants résidant à proximité de la Haye. Les participants étaient récompensés en argent ou en crédit déposé sur leur *smartphone* équipé d'information trafic en temps réel. Ils obtenaient une récompense lorsqu'ils se rendaient plus tôt ou plus tard sur leur lieu de travail, utilisaient un autre mode de transport ou télétravaillaient. L'expérimentation a obtenu des résultats encourageants. La perspective de récompenses suscite un changement de comportement. L'expérimentation a été renouvelée aux Pays-Bas.

1.2 Réduire l'offre viaire diminue la demande automobile : la démolition d'une autoroute urbaine à Séoul

La controverse

Le second exemple emblématique de macro-régulations innovantes concerne la suppression de voies. Il ne s'agit pas cette fois d'une macro-régulation que la théorie économique considère comme efficace depuis longtemps, mais dont les expérimentations sont récentes. Il s'agit d'une macro-régulation sur laquelle la théorie ne s'accorde pas. Est-ce que réduire la voirie disponible augmente ou diminue la congestion ?

Une étude approfondie a été menée sur soixante-dix cas de réallocation d'espace viaire, en Grande-Bretagne et dans dix autres pays. Elle a été complétée par l'opinion de deux cents professionnels du transport (Cairns et al, 2002). Cette étude montre que, lorsque l'espace viaire dédié à l'automobile est réalloué, les problèmes de circulation sont moins sérieux que prévus. Le niveau de circulation baisse de manière significative. Cette baisse s'expliquerait par une flexibilité des gens au changement plus grande que celle prévue dans les modèles de trafic.

L'illustration : la démolition de la voie rapide Cheonggyecheon à Séoul

L'exemple le plus significatif concerne le projet de destruction de la voie rapide qui surplombe, en viaduc, le centre ville de Séoul sur près de 6 kilomètres. La rivière Cheonggyecheon qui traverse Séoul sur 8 kilomètres a été recouverte dans les années 1960. La voie rapide a été construite dans les années 1970, au-dessus de la rivière, transformée alors en égout. Elle est composée de quatre voies en viaduc et des huit voies du boulevard urbain qui s'étend sur les deux rives. Au début des années 2000, 170 000 véhicules empruntent quotidiennement la voie rapide, dont 60% de trafic de transit. La congestion y est fréquente. L'autoroute, abimée par un tel débit journalier, menace de s'écrouler. Pour y remédier, des travaux très coûteux et entraînant la fermeture de l'autoroute pendant trois ans sont nécessaires. En 2003, la municipalité décide finalement de démolir l'autoroute, de réduire le boulevard urbain à deux fois deux voies, de découvrir la rivière et de créer des promenades piétonnes sur les rives. Le projet achevé en 2005 n'a pas engendré une situation de chaos ni même accentué les degrés de congestion dans le reste du centre ville. Au contraire, le

volume de trafic a chuté tandis que la fréquentation du métro a légèrement augmenté et que les valeurs immobilières ont explosé (Hwang, 2007).

Quel transfert possible ?

En Île-de-France, il est prévu de fermer les voies sur berge à Paris. Mais ce projet n'est pas présenté comme un moyen de réduire la congestion automobile¹³⁶.

Concernant la région métropolitaine de São Paulo, il est question de démolir l'autoroute surélevée Presidente Silva e Costa qui traverse le centre historique de São Paulo.

Dans la région métropolitaine de Mumbai, la tendance actuelle est de multiplier les viaducs autoroutiers plutôt que de les démolir. Il est intéressant de noter qu'un des responsables de l'Institut de développement de Séoul a été invité par le *Mumbai Transformation Support Unit*, la cellule de travail conjointe du gouvernement du Maharashtra et de la Banque mondiale sur la transformation de Mumbai, pour parler des régulations en cours à Séoul, dont la démolition de la voie rapide Cheonggyecheon (MTSU, 2008).

Ainsi, le péage urbain de décongestion et la suppression de voirie sont deux exemples de macro-régulations effectives innovantes. Il est possible qu'elles soient transférées dans les terrains étudiés. Ces exemples soulignent le travail sans cesse renouvelé de la puissance publique face à la congestion automobile.

De fait, nous avons remarqué que l'efficacité des macro-régulations ne dure pas dans l'espace et dans le temps. Il faut que la puissance publique réinvente sans cesse les solutions de lutte contre la congestion. Elle peut *s'inspirer de la théorie*, à l'instar des macro-régulations innovantes, étudiées ci-dessus, qui cherchent à l'expérimenter. Elle peut *détourner des macro-régulations de leur fin originelle*. Le cas du *rodízio* à São Paulo est emblématique. Il s'agit d'une macro-régulation destinée à l'origine à réduire la pollution atmosphérique qui, montrant une certaine efficacité pour réduire la congestion, a été récupérée par la puissance publique à cette fin (voir chapitre 5). La puissance publique peut enfin s'inspirer des bons exemples mis en place dans d'autres régions métropolitaines et les *transférer* dans sa région.

¹³⁶ Voir le site du projet : www.voiessurberges.fr.

Les stratégies d'exploitation franciliennes, et en particulier la régulation d'accès, s'inspirent des régulations américaines (Lesteven, 2008).

Mais pourquoi l'efficacité des macro-régulations ne dure-t-elle pas dans l'espace et dans le temps ? Nous proposons, dans la partie suivante (2), de chercher à répondre à cette question en étudiant les limites des macro-régulations.

2. Les limites à la mise en place de macro-régulations efficaces

Les régulations effectives, qu'elles soient innovantes ou non, sont-elles, pour autant, *efficaces* ? Le tableau initial du chapitre 5 a présenté une liste de macro-régulations effectives. Dans cette liste, certaines demandent un investissement financier lourd et sont longues à mettre en place. D'autres ont un coût financier faible et sont plus rapidement opérationnelles. Sont-elles toutes autant efficaces ? Permettent-elles de réduire la congestion, c'est-à-dire de réduire le déséquilibre entre l'offre viaire et la demande automobile ?

L'étude détaillée des régulations par terrain nous fait remarquer que certaines régulations semblent plus *efficaces* que d'autres, c'est-à-dire qu'elles permettent d'atténuer la congestion davantage. Pourtant, elles ne sont pas forcément choisies plus souvent par la puissance publique, même si elles peuvent être moins coûteuses que d'autres davantage plébiscitées. Citons ainsi les stratégies d'exploitation par rapport aux stratégies d'investissement. Qu'est-ce qui oriente les choix de la puissance publique en termes de macro-régulations ?

Le travail mené au cours de ce chapitre nous permet de lister les principaux types de limites qui freinent l'efficacité des politiques publiques de lutte contre la congestion. Il s'agit des limites *techniques* (2.1), *culturelles* (2.2), *technologiques*, *sociales*, *politiques* et *budgétaires* (2.3) et *temporelles* (2.4).

Les limites recouvrent deux dimensions. Elles peuvent soit atténuer l'efficacité de régulations effectives, soit être des freins à la mise en place de régulations innovantes. Nous présenterons en détail chaque type de limites. Puis nous chercherons à analyser les types de limites en fonction des catégories de régulations (2.5).

2.1 Les limites techniques : demande induite et report modal

La science du trafic a révélé le principe de la demande induite qui remet en question l'efficacité à long terme des stratégies de l'offre (investissement et exploitation) et du second volet des stratégies de la demande (alternatives à l'usage automobile). L'induction limite les gains en temps de parcours et en accessibilité produits par l'extension de l'offre. Nous expliquons le principe de l'induction ci-après.

Le principe de la demande induite

Lorsqu'un nouveau tronçon est ouvert ou qu'un tronçon existant est redimensionné, s'opère un phénomène de *triple convergence* du trafic (Downs, 2004, p. 86). Les automobilistes modifient leur itinéraire au profit de ce nouveau tronçon. Il y a *convergence spatiale*. Les automobilistes ne prennent plus la peine d'éviter les heures de pointe, car, grâce à l'augmentation de la capacité, le trafic redevient fluide. Il y a *convergence temporelle*. Enfin, certains délaissent les transports en commun au profit de cette route. Il y a *convergence modale*.

La triple convergence rend l'extension de la voirie peu efficace à court terme comme à long terme. Pourquoi ? Le nouveau tronçon suscite une redistribution des déplacements. On parle alors de *trafic induit*¹³⁷. À court terme, le trafic induit ne peut pas susciter un degré de congestion plus élevé qu'avant l'extension, puisque le nombre de déplacements reste identique. Mais à long terme, l'extension de la voirie, en suscitant une *demande induite*, peut créer davantage de congestion. D'une part, l'extension de la voirie augmente la mobilité potentielle des habitants de la région. Ils mettent moins de temps pour parcourir le même trajet. Ils gagnent en temps de parcours. Ils peuvent ainsi se déplacer davantage et/ou plus loin pour un budget temps constant. Les automobilistes gagnent alors en accessibilité : le nombre de biens ou services convoités auxquels ils ont accès augmente (Poulit, 2005, p. 78). D'autre part, les entreprises et les ménages, attirés par un réseau viaire plus important, sont plus

¹³⁷ Braess (1968) pousse plus loin la réflexion en établissant un paradoxe selon lequel l'augmentation du réseau viaire peut entraîner une redistribution de la circulation avec, comme effet paradoxal, une augmentation des temps de parcours individuels. Les automobilistes étant libres de choisir leur itinéraire, beaucoup cherchent à emprunter le nouveau tronçon, plus attractif, qui devient alors congestionné.

nombreux à s'installer dans la région (Downs, 2004, p. 105). L'étalement de la voirie sert d'exutoire à la congestion.

Confirmation des résultats d'A. Downs (1962) par ceux de G. Duranton et M. Turner (2011)

A. Downs a établi ces conclusions à partir de l'étude de la congestion sur les voies rapides dans les régions métropolitaines aux États-Unis (Downs, 1962, 2004). G. Duranton et M. Turner, dans un article récent (2011), confirment les résultats de Downs et montrent qu'ils s'appliquent non seulement aux voies rapides dont l'accès est limité mais aussi à l'ensemble des principaux axes routiers métropolitains. Ils étudient l'impact des kilomètres de voirie sur le nombre de kilomètres parcourus par les véhicules aux États-Unis. Ils observent que le nombre de kilomètres parcourus croît proportionnellement à la longueur de la voirie pour les voies rapides et un peu moins rapidement pour les autres routes. Cette augmentation des kilomètres parcourus s'explique par le principe de demande induite : augmentation de la mobilité des résidents par des gains en temps de parcours et en accessibilité, croissance du trafic commercial, arrivée de populations dans les villes bien équipées en voirie. Ils ne trouvent pas de preuve selon laquelle l'amélioration de l'offre en transports en commun affecterait le nombre de kilomètres parcourus. Ils concluent qu'il est peu probable que l'augmentation de l'offre viaire ou en transports en commun dans les régions métropolitaines fluidifie le trafic routier¹³⁸.

Un report modal sans évidence mais l'importance technique de maintenir une offre en transports publics de qualité

L'amélioration de l'offre en transports en commun ne permet pas de fluidifier le trafic, car tout automobiliste qui quittera la voiture pour les transports en commun sera remplacé par un nouvel automobiliste. Dans la perspective de réduction du trafic automobile, la politique du *report modal* vers les transports en commun semble, d'avance, vaine. Il n'y a pas d'évidence de transfert de l'automobile vers les transports publics (Orfeuil, 2008, p. 110). Le principe de la demande induite est renforcé par un potentiel souvent assez faible de transfert de l'usage automobile vers

¹³⁸ Les villes sont porteuses d'une multitude de liaisons possibles. Ce qui explique la forte induction produite par la construction de routes en milieu urbain. Au contraire, la construction d'une route dans un désert augmente la capacité mais ne produit pas (ou très peu) d'induction.

d'autres modes. M.-H. Massot et J. Armoogum (2002) ont calculé ce potentiel pour Paris et la petite couronne de l'Île-de-France. Ils ont montré que 5% des déplacements étaient évitables dans la situation actuelle, 9% si les automobilistes acceptaient une augmentation d'un quart de leur budget temps en transport quotidien (ce qui est supérieur au temps de loisirs hors domicile !), 13% si l'ensemble des résolutions inscrites dans les ambitieux projets de développement des transports en commun se concrétisait. Ainsi, le potentiel envisageable du report modal ne dépasse pas 5% des déplacements.

Néanmoins, les stratégies de réduction de la congestion par amélioration de l'offre en transports en commun ne sont pas à négliger. Elles permettent, en effet, de limiter la demande induite suscitée par les stratégies d'offre. Travaillant sur Londres, M. Mogridge (1990) a établi la conjecture selon laquelle la croissance de l'offre viaire entraîne une détérioration des transports en commun. Il postule que les usagers quittent les transports en commun au profit de l'automobile. La baisse de fréquentation se traduit par une hausse du prix des billets et une baisse de la qualité de service. D'autres usagers abandonnent alors les transports publics pour prendre la voiture. La congestion automobile recommence jusqu'à ce qu'un équilibre soit atteint entre le système automobile et le système de transports en commun. La qualité des deux systèmes se dégrade. C'est pourquoi il importe de maintenir une offre en transports de commun de qualité lorsqu'un programme d'amélioration de la voirie est envisagé (Mogridge, 1990, p. 284).

Comment la puissance publique réagit-elle au principe de demande induite ? L'exemple britannique

En 1989, le gouvernement conservateur britannique décide de lancer un vaste programme de construction de routes intitulé « Routes vers la prospérité ». Selon le gouvernement, il s'agit du « plus grand programme de construction de routes depuis les Romains » (Goodwin, 1999). Ce programme est une réponse à des prévisions qui envisagent un doublement du trafic d'ici 2025. Mais, au sein même du gouvernement, émerge alors une prise de conscience : il ne paraît pas réaliste d'accroître le réseau routier au niveau envisagé par les prévisions de croissance du trafic. Au même moment, des préoccupations environnementales apparaissent. Elles accusent le

transport d'être l'une des sources majeures de pollution, principalement à cause de la croissance rapide de la motorisation et de l'usage automobile.

Le Ministère des Transports sollicite alors, à plusieurs reprises, l'opinion du comité consultatif d'experts sur l'évaluation du réseau routier (*the Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment* - SACTRA). En 1994, il lui demande de se prononcer sur le trafic induit. Dans son rapport, le SACTRA reconnaît l'existence du trafic induit et souligne que la valeur économique d'un projet peut être surestimée, en cas d'oubli, même modeste, du trafic induit. Ce qui modifie l'évaluation financière du programme de construction de routes.

Le retournement de position s'achève en 1998, lorsque le nouveau Ministre travailliste des Transports publie son livre blanc dans lequel il arrête le programme de construction de routes. Il s'appuie sur le principe selon lequel la croissance du trafic doit être influencée plutôt qu'acceptée comme telle.

L'exemple britannique est emblématique d'une prise de conscience du principe de demande induite puis son acceptation politique. Ce principe, en une décennie, modifie radicalement la politique publique de lutte contre la congestion automobile en Grande-Bretagne. De plus, le retournement politique se fait dans un contexte où émergent d'autres enjeux concernant les transports qui entrent en concurrence avec la congestion. Ainsi, la politique de la prévision-production (*predict and provide*), instaurée dès l'après-guerre, laisse place, à la fin des années 1990, à la politique de la prévision-prévention (*predict and prevent*) (Goodwin, 1999 ; Owens et Cowell, 2011).

2.2 Les limites culturelles : le poids de la tradition

Comme l'exemple britannique l'a montré, la puissance publique a pu opérer un changement de positionnement, du moins dans certaines régions métropolitaines (Europe du Nord et de l'Ouest). Elle affiche clairement des objectifs de réduction de la congestion qui passent par une baisse du trafic. Ainsi, pour fluidifier le trafic, la ligne de conduite n'est plus d'augmenter l'offre viaire pour qu'elle s'adapte à la demande automobile, mais de chercher à infléchir la demande automobile pour qu'elle s'adapte à l'offre viaire existante.

Pourquoi alors les urbanistes et ingénieurs territoriaux de ces régions continuent-ils encore, à la fin des années 2000, à privilégier des solutions qui favorisent une croissance du trafic et donc de la congestion ?

À partir d'une enquête menée en Norvège, auprès de professionnels des transports (Tennøy, 2010), il semblerait que les urbanistes et ingénieurs territoriaux formulent mal le problème et ne croient pas aux nouvelles solutions qu'ils proposent. Cela est dû à des connaissances insuffisantes et à un manque de conviction, et ce, malgré les injonctions politiques. Ils préfèrent souvent se reposer sur la traditionnelle analyse coûts-avantages, même si elle est faussée par le principe de la demande induite. L'analyse coûts-avantages justifie les investissements routiers selon le principe suivant : la congestion entraîne des pertes de temps ; l'investissement routier permet de compenser ces pertes de temps. Dans son dernier rapport, l'Institut des Transports de l'Université du Texas, qui publie chaque année un état de la congestion automobile aux États-Unis, préconise encore la construction de routes pour réduire le taux de croissance de la congestion (Schrack et Lomax, 2011).

Ainsi, l'analyse coûts-avantages semble encore avoir de beaux jours devant elle, même dans les systèmes automobiles développés où elle est pourtant décriée. Qu'en est-il des régions métropolitaines des pays émergents où la demande automobile, contrairement à celle des pays développés, est en pleine explosion ? La puissance publique de ces régions doit-elle (et veut-elle) arrêter la construction de routes sous prétexte que la puissance publique des régions métropolitaines des pays développés (ou du moins une partie de leurs élites) s'en repent aujourd'hui ? Peut-on envisager une tentative de *leapfrogging* ? La puissance publique des régions métropolitaines des pays émergents mettrait-elle en avant l'avantage concurrentiel (*competitive advantage*) de ne pas avoir sacrifié une partie de l'espace urbain au profit d'un réseau viaire toujours plus vaste et toujours plus embouteillé (Knöflacher, 2007) ?

Il semblerait que la puissance publique dans la région métropolitaine de Mumbai, en particulier à travers l'action de la MMRDA, ne saisisse pas son avantage concurrentiel et qu'elle s'oriente vers une politique classique de prévision-production. La situation est différente dans la région de São Paulo, mais le réseau viaire est aussi plus vaste. L'État fédéré mène plutôt une politique de prévision-production tandis que

la municipal   de S  o Paulo, à travers l'  ction de la CET, préfère une politique de prévision-prévention.

2.3 Les limites technologiques, sociales, politiques et budgétaires

La science de trafic démontre l'efficacité toute relative des stratégies de l'offre, qui constituent la base d'une politique de prévision-production (limites techniques). Une politique de prévision-prévention, à travers des mesures de contrainte de l'usage automobile, apparaît plus efficace. Mais le poids de la tradition freine sa mise en œuvre (limites culturelles). D'autres limites la ralentissent également. Il s'agit des limites technologiques, sociales, politiques et budgétaires.

Les limites technologiques

Le progrès concernant les technologies de l'information et de la communication a encouragé le développement et le perfectionnement des stratégies d'exploitation dès la fin des années 1970. Grâce à ces progrès, les stratégies d'exploitation peuvent en partie se substituer aux stratégies d'investissement. Elles permettent d'augmenter le trafic sans avoir à augmenter la voirie. Les technologies de l'information et de la communication ont aussi participé à la promotion des stratégies de contrainte de l'usage automobile. Ainsi, dans les années 1990, le développement du péage électronique a favorisé les expérimentations de péage urbain (Lindsey, 2006). Les limites technologiques sont de plus en plus ténues. Elles apparaissent de moins en moins comme des freins à l'implantation de macro-régulations innovantes.

Les limites sociales : ingérence et équité

   l'inverse des limites technologiques, les limites sociales restent fortes.

Tout d'abord, les automobilistes apparaissent davantage réticents à la mise en place de stratégies de la demande que de stratégies de l'offre. Pourquoi ? Les stratégies de la demande, en particulier les stratégies de contrainte de la demande, prennent des formes d'ingérence qui restreignent leur liberté de circuler (Lyons et al, 2008).

Les stratégies de la demande soulèvent également des questions d'équité sociale. Nous prenons l'exemple du péage urbain de décongestion. Un péage produit des recettes. Où sont-elles affectées ? Autrement dit, comment indemniser les « exclus » du péage, non-automobilistes et automobilistes non clients ? Comme l'a théorisé P. Goodwin dans la « loi des trois » en 1989, pour assurer l'équité sociale du péage urbain, il convient de partager les recettes entre l'usager de la route (amélioration de l'infrastructure), les transports publics et l'État. Ce n'est pas parce qu'une régulation est équitable dans son fonctionnement qu'elle est socialement bien acceptée. Il importe de mesurer la proportion de gagnants et de perdants. V. Piron (1997) a défini les principaux paramètres de l'acceptabilité du péage : la fréquence d'utilisation de l'ouvrage, le degré d'obligation qu'il présente pour le client éventuel et la culture propre du pays (importance du degré de compréhension que les habitants ont de l'usage de l'argent collecté).

Les limites politiques : difficile gouvernance et compétition internationale

La principale limite à la mise en place de stratégies efficaces de lutte contre la congestion tient à la difficile gouvernance des très grandes métropoles (Le Galès et Lorrain, 2003). Cela a plusieurs effets.

D'une part, l'inexistence d'un « pilote » unique qui gouverne la région métropolitaine (Lorrain, 2003) entraîne des rivalités politiciennes entre les différents acteurs publics en charge de la politique de lutte contre la congestion. Les exemples étudiés précédemment des régions métropolitaines de São Paulo et Mumbai sont emblématiques. Dans aucune de ces deux régions, il n'existe d'institution publique de gestion de la région métropolitaine qui a des compétences en termes de lutte contre la congestion. Une rivalité se développe entre les différents acteurs : État fédéré, municipalité centrale, parfois État fédéral ou Banque mondiale. La situation n'est pas plus aisée en Île-de-France où les acteurs sont nombreux (État, Région, départements, communes, communautés de communes et communautés d'agglomération, grands organismes publics...) (Estève et Le Galès, 2003).

La multiplicité d'acteurs favorise des régulations sectorielles plutôt que des stratégies d'ensemble articulant transport et urbanisme (Owens et Cowell, 2011). Pour cette même raison, le périmètre d'action des régulations sectorielles ne couvre pas toujours l'ensemble de la région métropolitaine. Cela peut, dans certains cas, affaiblir l'efficacité de certaines mesures. Citons à titre d'exemple, le réseau de bus dans la

région métropolitaine de São Paulo qui est géré par plusieurs opérateurs. Une politique de développement des couloirs de bus et d'amélioration du service, à travers, en particulier, l'instauration du billet unique, a été mise en place dans la municipalité de São Paulo. Elle ne s'étend pas aux communes de banlieue et de périphéries dans lesquelles vivent de nombreux usagers du bus.

Une seconde limite politique s'ajoute à la difficile gouvernance. Il s'agit de la concurrence internationale entre très grandes métropoles. Au nom de cette compétition, les pouvoirs publics de la région métropolitaine de Mumbai cherchent à équiper la région d'un réseau de voies rapides. Le coût de ces stratégies d'investissement est élevé. Et elles ne concernent qu'une petite part de la population, puisque les déplacements motorisés individuels représentent moins de 10% des déplacements quotidiens (MMRDA et LEA, 2008). Nous nous demandons si cette compétition entre grandes métropoles ne freine pas l'instauration d'une politique de réduction de la congestion centrée sur une amélioration massive des transports en commun. Cette politique s'adresserait à une grande partie de la population et pas seulement à l'élite motorisée.

Les limites budgétaires, sensibles dans un contexte de crise économique

Les macro-régulations coûtent cher à mettre en place, en particulier les investissements routiers. Pourtant, la puissance publique réussit à les financer, grâce à des montages financiers sophistiqués. Il peut s'agir de *financements par la fiscalité*. Le développement du réseau autoroutier américain à la fin des années 1950 (*Interstate Highway Act of 1956*) est financé par les recettes fiscales provenant de la taxe sur l'essence. Un « cercle magique de l'asphalte » se met alors en place (Dupuy, 1995b). Les routes sont meilleures, ce qui entraîne une croissance des kilomètres parcourus. Il y a plus de carburant dépensé et les recettes fiscales augmentent, permettant de construire davantage de routes. L'assèchement des recettes provenant de la taxe sur l'essence est aujourd'hui l'une des causes du manque d'entretien sur le réseau viaire américain. Un autre financement, aujourd'hui courant, est la *concession* ou le *partenariat public-privé*. Ce mode de financement se retrouve dans les trois terrains. La puissance publique peut également *emprunter sur les marchés ou auprès d'organismes supranationaux* (Banque mondiale, Fond monétaire international). On peut penser que les marchés privilégient les prêts à des projets de construction de routes qu'à des projets de développement des transports publics. Une des raisons

avancées serait que les automobilistes, souvent des ménages aisés ou des classes moyennes, rassurent davantage les marchés que les pauvres qui prennent les transports en commun. Néanmoins, la crise de la dette que connaît actuellement l'économie mondiale, et tout particulièrement européenne, limite les capacités d'emprunt de la puissance publique. C'est un réel frein financier à la mise en place de macro-régulations.

2.4 Les limites temporelles : la lenteur structurelle des macro-régulations

La dernière limite traitée est probablement la limite la plus importante à la mise en place des macro-régulations. Les limites temporelles concernent toutes les macro-régulations. Il faut du temps pour les mettre en place. Cette lenteur structurelle affaiblit de fait leur efficacité. La construction du tunnel de dix kilomètres qui boucle la rocade francilienne A86, a pris dix ans. Elle a succédé à une phase de projet de vingt ans. C'est également une décennie de construction qui a été nécessaire pour livrer le Sealink, le pont qui permet de rejoindre la ville insulaire de Mumbai depuis la banlieue ouest, en contournant les embouteillages.

Cette lenteur structurelle freine l'efficacité des macro-régulations davantage que les autres limites. Certes, des solutions rapides et bon marché existent, à l'instar des autoponts. Cependant, il s'agit de constructions fragiles et assez peu efficaces. De nombreux autoponts ont été construits en Île-de-France dans les années 1960. Ils n'existent plus aujourd'hui. La région métropolitaine de Mumbai cherche à parer au plus pressé et multiplie les autoponts depuis les années 1990.

Ainsi, des grands travaux peuvent être inscrits à l'agenda politique. En attendant, les automobilistes restent bloqués, le matin, dans les embouteillages. Il leur faut donc prendre leur mal en patience ou trouver d'autres régulations individuelles ou collectives. Nous les étudierons aux chapitres suivants.

2.5 Quelles limites pour quelles régulations ?

Cette revue des limites à l'efficacité des macro-régulations explique en partie les choix faits par la puissance publique d'une région métropolitaine lorsqu'elle met en œuvre une politique de lutte contre la congestion.

Le tableau ci-après cherche à synthétiser les types de limites que rencontrent les macro-régulations en fonction de la catégorie de stratégies à laquelle elles appartiennent. Certaines de ces limites sont plus difficilement surmontables que d'autres. Plus la limite est difficile à surmonter, plus le nombre de croix inscrites dans le tableau est important. Il s'agit en particulier de l'induction du trafic, du report modal et du délai de construction d'un tronçon routier.

Tableau 20 - Poids des limites en fonction des catégories de macro-régulations.

Limites	Stratégies de l'offre		Stratégies de la demande		Articulation transport urbanisme
	Investissement	Exploitation	Contrainte	Alternatives	
Techniques	x x x	x x		x x	
Culturelles		x	x	x	x
Technologiques		x	x		
Sociales			x	x	
Politiques	x		x	x	x
Budgétaires	x				
Temporelles	x x x	x	x	x	x

Les stratégies de la demande font face à davantage de limites. Néanmoins, ces limites sont aisées à surmonter. C'est l'inverse pour les stratégies de l'offre. La diversité des limites y est assez faible. Mais ces stratégies sont fortement freinées par les limites techniques et temporelles.

En conclusion, la promotion d'une politique de prédiction-prévision, centrée sur les stratégies de la demande, apparaît comme la politique la plus efficace pour réduire la congestion automobile. Elle présente néanmoins le risque de mettre en péril le système automobile. Le passage de la classique politique de prédiction-production à la politique innovante de prédiction-prévision nécessite de dépasser un certain nombre de limites techniques, culturelles, technologiques, sociales, politiques et temporelles.

3. Conclusion du sixième chapitre

Les macro-régulations à la congestion automobile se regroupent en quatre catégories principales : ne rien faire, augmenter l'offre viaire, diminuer la demande automobile, articuler transport et urbanisme.

Selon les manifestations temporelles, spatiales et sociales de la congestion, la puissance publique décide de sélectionner plusieurs macro-régulations appartenant à l'une de ces catégories. Ces macro-régulations effectives constituent la politique publique de lutte contre la congestion dans la région métropolitaine considérée.

D'après les conclusions du chapitre précédent, la congestion automobile est un enjeu de première importance dans la région métropolitaine de Mumbai. Une politique affichée de prévision-production y est menée. En Île-de-France, la puissance publique considère que la congestion est devenue un enjeu secondaire. Sa politique repose principalement sur des stratégies d'exploitation de l'offre viaire. Il s'agit encore d'une politique de prévision-production, certes plus discrète. Enfin, la région métropolitaine de São Paulo considère toujours la congestion comme un enjeu de première importance. Elle oscille entre une politique de prévision-production et une politique de prévision-prévention.

Certaines des régulations menées à São Paulo (*rodízio*) ou même en Île-de-France (régulation dynamique des vitesses) font preuve d'innovation. Elles se détachent des classiques stratégies d'investissement dans la voirie. Celles-ci, à cause de leurs limites techniques (principe de la demande induite), ne sont pas efficaces à long terme dans la lutte contre la congestion. D'autres limites, culturelles, technologiques, sociales, politiques..., bloquent également l'action de la puissance publique, en particulier sa décision d'adopter une politique de prévision-prévention.

Enfin la lenteur structurelle de la mise en place des macro-régulations crée un décalage temporel entre les actions de la puissance publique et les attentes des ménages pris quotidiennement dans les embouteillages. Si tel automobiliste peut se réjouir de la décision prise de redimensionner le tronçon qu'il emprunte chaque matin ou de construire une nouvelle ligne de métro qui s'arrêtera près de chez lui, il sait pertinemment que ces régulations ne seront pas effectives avant de nombreuses

années. En attendant, il reste pris dans les bouchons quotidiens. Comment fait-il pour préserver sa qualité de vie ? Agit-il seul ? S'organise-t-il ?

Nous proposons d'analyser, dans les chapitres suivants (chapitres 7 à 9), les régulations mises en place de manière collective (méso-régulations) ou individuelle (micro-régulations), pour combler le décalage temporel des macro-régulations qui freine leur efficacité.

CHAPITRE 7

-

LES MÉSO-RÉGULATIONS

Il faut du temps et une volonté politique pour que les macro-régulations deviennent effectives. Que faire en attendant ? Des initiatives collectives, qui n'émanent pas de la puissance publique, émergent. Il peut s'agir d'initiatives clairement définies. Elles sont produites par des acteurs de marché (entreprises privées) ou par des acteurs de la société civile (communautés, associations). Les acteurs peuvent également être des individus qui, dans la recherche de stratégies pour lutter contre la congestion, se regroupent entre eux de manière informelle.

Ainsi, les méso-régulations sont mises en œuvre par des acteurs collectifs multiples qui sont cernés, d'un côté, par la puissance publique (macro-régulations) et, de l'autre, par les ménages (micro-régulations).

Comment étudier les méso-régulations ? À la différence des macro- et des micro-régulations, il ne semble pas exister de cadre théorique permettant de mener une analyse rigoureuse des méso-régulations. Un programme de recherche serait alors nécessaire pour mettre au point une telle méthode, transposable d'un terrain d'étude à un autre, comme cela existe pour les macro- et les micro-régulations¹³⁹. Malgré le manque de temps nécessaire à l'élaboration d'une telle méthode dans le cadre de la thèse, nous avons décidé de poursuivre l'étude des méso-régulations. Cela nous semblait d'autant plus important que l'organisation de la société au Brésil passe par

¹³⁹ À l'instar des méthodes que nous avons retenues : évaluation de politiques publiques pour les macro-régulations et enquête interactive de réponses déclarées pour les micro-régulations.

l'existence de communautés de quartier, fondées sur des liens de voisinage et d'entraide (Cabanès, 2009). La communauté joue un rôle plus marqué encore en Inde où elle désigne l'appartenance à un groupe social, qui peut être une caste ou une sous-caste, un groupe religieux ou ethnique (Saglio-Yatzimirsky, 2002a).

Nous optons pour une démarche exploratoire. À partir du travail de terrain, des entretiens menés auprès d'experts et de ménages, de la consultation de la presse, de blogs, de réseaux sociaux et des échanges entre collègues, nous constituons une série d'exemples de méso-régulations. Nous les identifions comme des méso-régulations lorsqu'ils remplissent trois critères :

- 1 - répondre à une situation de congestion,
- 2 - proposer une solution collective,
- 3 - ne pas dépendre de la puissance publique.

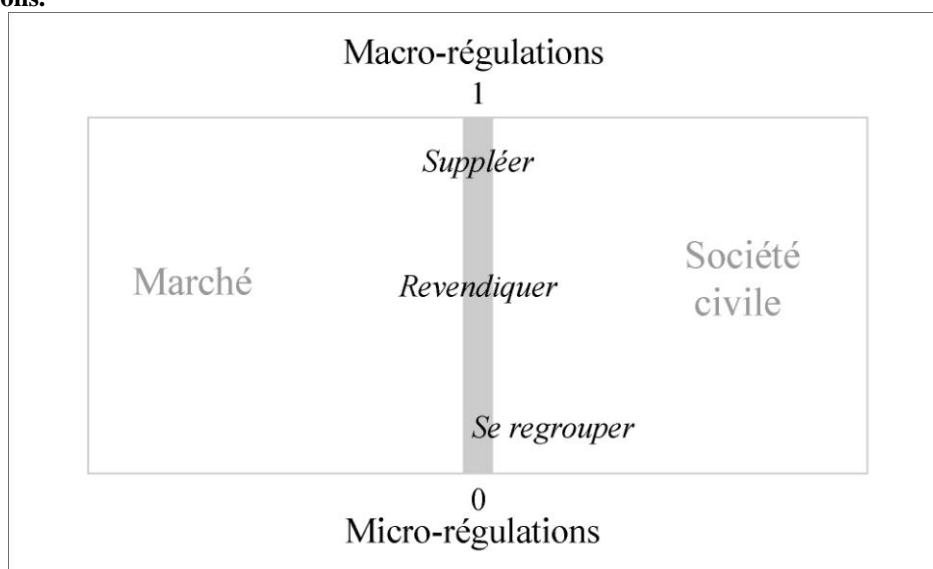
Nous cherchons alors à positionner ces exemples par rapport aux macro-régulations que nous venons d'étudier (degré 1) et aux micro-régulations que nous étudierons au chapitre suivant (degré 0). Trois positionnements possibles nous apparaissent :

- suppléer la puissance publique quand elle ne peut assurer une politique efficace de lutte contre la congestion, en raison des limites évoquées au chapitre précédent ;
- faire pression sur la puissance publique pour qu'elle modifie sa politique de lutte contre la congestion ;
- s'organiser de manière confidentielle¹⁴⁰, sans volonté de substitution ou de revendication, en relayant les stratégies des ménages.

La figure ci-après illustre les trois positionnements possibles. Ils sont disposés sur un axe allant des macro- aux micro-régulations. Si les deux premiers positionnements émanent d'acteurs appartenant autant au marché qu'à la société civile, il semblerait que le troisième soit davantage mis en œuvre par des acteurs de la société civile.

¹⁴⁰ Le terme « confidentiel » s'entend ici dans son double sens : ce qui contient des informations à ne pas divulguer et ce qui ne concerne qu'un petit nombre de personnes à la fois.

Figure 27 - Les méso-régulations s'ordonnent sur un axe allant des macro- aux micro-régulations.



Le chapitre s'organise en trois parties. Chaque partie étudie un positionnement des méso-régulations, à partir d'exemples issus des trois terrains d'étude : suppléer la puissance publique : les *méso-régulations de substitution* (1) ; faire pression auprès de la puissance publique : les *méso-régulations de revendication* (2) ; s'organiser collectivement en dehors de toute substitution ou revendication : les *méso-régulations confidentielles* (3).

1. Suppléer la puissance publique : le rôle de l'entreprise ou de l'organisation communautaire

La puissance publique fait, parfois, défaut dans l'application de sa politique de lutte contre la congestion. Il est également possible qu'elle considère ne pas à avoir à intervenir à un niveau très local. Des initiatives collectives privées ou communautaires suppléent alors l'action de la puissance publique. Ces initiatives peuvent s'apparenter à des stratégies de l'offre, à des stratégies de la demande ou encore à des stratégies articulant transport et urbanisme.

1.1 Améliorer l'offre : l'exemple des gros générateurs de flux

Les sites industriels qui génèrent des trafics importants peuvent connaître des embouteillages qui détériorent leur accessibilité. L'entreprise cherche alors à réduire cette congestion d'accès, soit en faisant appel à la puissance publique, soit en menant elle-même de petits travaux d'ingénierie civile.

Prenons l'exemple du Technocentre, le centre de recherche de Renault à Guyancourt dans les Yvelines où nous avons travaillé. Environ dix mille salariés et visiteurs s'y rendent chaque jour. Un des principaux axes d'accès au Technocentre est la route départementale D91. Elle relie le Technocentre à la N12 et à la rocade A86. Cet axe tendant à être saturé, le Conseil général des Yvelines a construit des « giratoires percés », c'est-à-dire des tunnels réservés aux voitures et aux deux-roues motorisés sous les principaux ronds-points (Kaboré, 2008). À l'intersection entre la route départementale et l'avenue qui mène au Technocentre, un autre giratoire percé de conception originale a été mis en place. Ce « mini-tunnel » à sens unique s'adresse aux automobilistes qui quittent la route départementale pour se rendre au Technocentre. Le rond-point a d'abord été conçu comme un carrefour giratoire simple. Puis, lorsqu'un début de saturation est apparu, l'Établissement public

d'aménagement de Saint-Quentin-en-Yvelines a étudié sa dénivellation, en concertation avec Renault et la commune de Guyancourt¹⁴¹.

Les exemples concernant les gros générateurs de flux peuvent être multipliés. Prenons l'exemple d'un autre constructeur automobile, PSA Peugeot Citroën, qui a installé un feu tricolore à la sortie de l'usine de Poissy dans les Yvelines. Ce feu permet de réguler le flux d'automobiles qui sort du site industriel.

Nous citons également les sites commerciaux qui génèrent des trafics importants. Prenons l'exemple du centre commercial régional de Vélizy 2, situé au sud-ouest de Paris, le long de la rocade A86. Il accueille 16 millions de visiteurs par an (*Le Parisien*, article du 19 septembre 2011). Afin d'améliorer l'accès au site, souvent engorgé, un projet de création d'un nouveau diffuseur sur l'A86 est en cours. La DIRIF, maître d'ouvrage, pilote les études avec le Conseil général des Yvelines, la commune de Vélizy-Villacoublay et la copropriété du centre commercial régional de Vélizy 2. Les financeurs du diffuseur sont à la fois les collectivités locales et les partenaires privés¹⁴². En plus de la réalisation de ce diffuseur, le centre commercial propose sur son site internet une information trafic en temps réel, avec l'indication des temps de parcours depuis les principaux lieux d'origine des clients (Paris Porte de Saint-Cloud, Versailles, Paris Porte d'Orléans, etc.)¹⁴³. Il vient également d'instaurer un système de « guidage à la place » sur ses parkings. Les places disponibles sont signalées par des panneaux lumineux (*Le Parisien*, article du 19 septembre 2011).

Ainsi, ces travaux d'ingénierie civile permettent de soulager les points noirs. Ils sont demandés et/ou financés par l'établissement industriel directement concerné.

¹⁴¹ Échange de mails avec Pascal Thiout, ancien directeur adjoint de l'Établissement public d'aménagement de Saint-Quentin-en-Yvelines, février 2012.

¹⁴² http://www.dir.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/1-Contexte_general_de_l_operation_cle53e714.pdf, site consulté le 15 février 2012.

¹⁴³ <http://www.velizy2.com/W/do/centre/trafic-routier>, site consulté le 15 février 2012.

1.2 Proposer des alternatives à l'automobile : des offres spontanées de transports collectifs

Les méso-réglations existent non seulement au niveau de l'offre mais aussi de la demande. Il arrive que dans certains quartiers, la puissance publique ne propose pas d'offre en transports en commun. Cette stratégie d'alternative à l'usage automobile permettrait pourtant d'alléger, en partie, la congestion.

Nous illustrons notre propos en commençant par des alternatives formelles, soutenues par la puissance publique (a). Puis, nous poursuivons par des alternatives informelles que la puissance publique peut, par la suite, régulariser (b, c, d).

a) L'offre légale : l'exemple de la navette de l'Institut Gustave Roussy

Dans le cadre des Plans de Déplacements d'Entreprises (PDE), rendus obligatoires pour les gros générateurs de flux en Île-de-France (voir chapitre 5), la puissance publique peut inciter l'entreprise ou l'administration à mettre en œuvre des alternatives modales à l'automobile pour lutter contre la congestion.

Une bonne pratique souvent citée est la navette de bus T-IGR (ligne 580), créée dans le cadre du PDE de l'Institut Gustave Roussy (IGR). L'IGR est l'un des principaux centres de lutte contre le cancer. Il est situé à Villejuif, en banlieue parisienne, à proximité de l'autoroute A6. Le site est mal desservi par les transports en commun. La plupart des quatre mille salariés, patients et visiteurs qui s'y rendent chaque jour viennent en voiture. Les parkings sont engorgés et l'accès au site congestionné. Dans le cadre du PDE, une desserte en minibus reliant la station de métro Villejuif Louis Aragon à l'IGR a été mise en place en 2002. En 2004, le parcours de la navette a été prolongé jusqu'à la gare RER de Laplace à Arcueil. La navette a été, dans un premier temps, cofinancée par l'IGR et le Syndicat des Transports d'Île-de-France (STIF). Puis, devant la réussite de l'opération, la Communauté d'agglomération s'est associée au financement du projet. Ce qui a permis de limiter le coût d'exploitation pour l'IGR (ADEME, 2005). En moins de dix ans, le nombre de trajets journaliers réalisés par la navette a plus que doublé, passant de 700 trajets journaliers en 2002 à 1 800 en 2010 (IGR, 2010).

b) L'offre spontanée : les *peruas* des *favelas* paulistaines

À côté de l'offre en transports collectifs proposée par la puissance publique, émergent des offres spontanées de transports semi-collectifs qui pallient le manque d'intervention de la puissance publique. Un des exemples emblématiques est la mise en place de minibus informels dans les *favelas* de la périphérie de São Paulo.

Les *favelas* sont des quartiers pauvres principalement situés dans la périphérie de la région métropolitaine de São Paulo (voir chapitre 3). Ces quartiers sont souvent très mal desservis ou délaissés par les transports en commun. L'organisation communautaire de ces quartiers favorise la mise en place des minibus informels, les *peruas*, qui permettent aux habitants des *favelas* de se rendre vers le centre de la région métropolitaine où se trouvent les emplois. Les *peruas* sont progressivement régularisées par les autorités municipales, seulement si elles ne viennent pas concurrencer les lignes de bus municipales¹⁴⁴.

Ainsi, la mise en place de cette offre spontanée de transports semi-collectifs permet, à la fois, d'améliorer l'accessibilité de ces quartiers et de lutter contre la congestion. Parfois accusés de contribuer à la congestion, en pratiquant l'arrêt à la demande et en ne respectant pas toujours des itinéraires fixes (Cervero et Golub, 2007), les minibus informels, puis régularisés, proposent une alternative à l'usage motorisé individuel. Dans ces quartiers pauvres de périphérie, les habitants investissent, dès qu'ils peuvent, dans un deux-roues motorisé ou dans une voiture d'occasion. Les vieilles voitures tombent souvent en panne. Elles sont l'une des causes importantes de congestion non-récurrente dans la région, aux côtés des accidents de deux-roues¹⁴⁵. Les carcasses de voitures au bord de la route sont nombreuses, surtout en périphérie¹⁴⁶. Les minibus, surtout lorsqu'ils sont intégrés au réseau formel qui se doit d'assurer leur bon état de marche, peuvent être un frein à la croissance de la motorisation des ménages et donc à la hausse de la congestion.

¹⁴⁴ Entretien avec M.-C. Saglio-Yatzimirsky, professeur de sociologie à l'INALCO, le 19 février 2009, à Paris.

¹⁴⁵ Entre 1998 et 2008, le nombre d'accidents en deux-roues motorisés a crû proportionnellement plus vite que le parc des deux-roues motorisés (Vasconcellos et Sivak, 2009, p. 40).

¹⁴⁶ Entretien avec V. Telles, professeur de sociologie à l'Université de São Paulo, le 20 octobre 2009 à São Paulo.

c) L'offre spontanée : mototaxis et *motoboys* à Paris et à São Paulo

Le développement d'offres spontanées de transports collectifs ou semi-collectifs n'est pas, comme nous aurions tendance à le penser, une spécificité des pays émergents. Des offres spontanées de transports collectifs ou semi-collectifs existent en Île-de-France. Elles ne cherchent pas toujours à être visibles, car elles tiennent à préserver une organisation communautaire. Évoquons ce minibus qui, chaque matin, dans l'ouest francilien, passe prendre des ouvriers pour les amener sur un chantier. Les ouvriers parlent entre eux la même langue et semblent appartenir à la même communauté. En Île-de-France, un des exemples d'offres spontanées les plus visibles actuellement concerne l'explosion des mototaxis que la puissance publique tente de réguler.

Les mototaxis émergent en Île-de-France dans un double contexte de congestion automobile et de pénurie de l'offre en taxis traditionnels dont le puissant lobby freine toute amélioration du secteur (Darbéra, 2009). Le nombre de mototaxis croît depuis le début des années 2000. En 2011, la flotte est estimée à 500 motos¹⁴⁷ (*Le Point*, article du 21 mars 2011). Face au manque de réglementation, la puissance publique a, récemment, légiféré¹⁴⁸. Elle interdit dorénavant aux mototaxis de stationner près des gares et des aéroports, sans réservation préalable d'un client. Seuls les taxis sont autorisés à attendre les clients sur la voie publique. La loi vise également à mieux encadrer la profession, en attribuant une carte professionnelle aux conducteurs de mototaxis. Cette législation divise la profession (*Le Figaro*, article du 5 mars 2011). Néanmoins, elle est le signe que la puissance publique commence à s'intéresser à cette offre spontanée de transports semi-collectifs. Elle ne semble cependant pas avoir saisi, pour le moment, l'efficacité de la promotion des mototaxis en termes de lutte contre la congestion.

Dans la région de São Paulo, les mototaxis se sont aussi multipliés depuis les années 1990. Ils sont apparus dans un contexte de crise économique, d'augmentation du chômage, de forte inflation (qui touche, entre autres, le prix du billet de bus) et de

¹⁴⁷ Les taxis traditionnels sont au nombre de 16 823. Ils couvrent la zone de Paris *intra-muros*, ainsi que les départements de la petite couronne (92, 93, 94), le parc des expositions de Villepinte, les aéroports de Roissy et d'Orly (<http://www.prefecturedepolice.interieur.gouv.fr/Vos-demarches/Declarations-autorisations-et-habilitations/Taxis-parisiens>, consulté le 18 janvier 2012).

¹⁴⁸ Décret n° 2010-1233 du 11 octobre 2010 relatif au transport public de personnes avec conducteur. Le décret est en vigueur depuis le 1^{er} avril 2011. Voir les articles L3123-1, L3123-2, L3123-3, L3124-9 et L3124-10 du Code des Transports.

dérégulation des transports publics (Vasconcellos, 2011b). Les mototaxis s'adressent à une population pauvre qui n'a pas accès à une offre en transports publics de qualité. Ils sont présents dans les quartiers que ne desservent pas les bus publics, pour cause de routes non asphaltées, de violence ou de manque de revenus pour les opérateurs de bus. Ils offrent également une chance d'emploi, certes, la plupart du temps, informel, à des populations pauvres. Ces emplois attirent des personnes souvent peu formées et avec parfois des antécédents judiciaires¹⁴⁹. Ainsi, les mototaxis apparaissent comme une offre spontanée complémentaire aux *peruas*. En 2009, une loi fédérale a fini par régulariser la profession des 500 000 conducteurs de mototaxis brésiliens (*O Estado de São Paulo*, article du 30 juillet 2009).

Dans la municipalité de São Paulo, les mototaxis restent un phénomène d'ampleur modeste à côté de l'explosion du nombre de coursiers à moto, surnommés les *motoboy*s (voir chapitre 4). Ils seraient passés de 200 000 au début des années 2000 à près de 350 000 en 2007¹⁵⁰. La congestion du trafic et le développement des achats sur Internet ont favorisé l'émergence des *motoboy*s à la fin des années 1990 (Nardelli, 2007). L'élite des *motoboy*s est employée comme coursier dans de grandes sociétés. Mais la majorité des *motoboy*s travaillent soit pour de petites sociétés de livraison dirigées par un ancien coursier, soit à leur compte, souvent dans la rue. Ils appartiennent la plus part du temps au secteur informel (Stiel Neto et al, 2006). La multiplication des services de livraison à domicile offre ainsi une opportunité d'emplois pour des populations masculines pauvres et peu formées.

Face à leur nombre croissant et aux enjeux de sécurité routière qu'ils suscitent (plus d'un motard décédé par jour, Vasconcellos et Sivak, 2009), la municipalité de São Paulo cherche à réglementer la situation des *motoboy*s. En 2005, elle a régularisé l'activité de livraison à domicile (*moto-frete*), en imposant un certain nombre de conditions à l'ouverture d'une société de livraison. Puis, elle a demandé à la CET

¹⁴⁹ Reportage réalisé en 2004 par les étudiants de l'École de Communication et d'Arts de l'Université de São Paulo dans le cadre d'un concours sur les *Headline Urban Mobilities*, organisé par l'Institut pour la Ville en Mouvement (http://www.ville-en-mouvement.com/concours_etudiant/concours3/kitpresstelechargement/portugueselow.pdf, consulté le 27 janvier 2012).

¹⁵⁰ Parmi les 300 000 deux-roues motorisés enregistrés dans la municipalité de São Paulo, 200 000 seraient utilisés pour les services de livraison à domicile (Vasconcellos, 2005b, d'après CET, 2001). Le parc est passé à 527 000 deux-roues motorisés en 2007 (Vasconcellos, 2011b, d'après Detran-SP, 2008). Or, les motos utilisées pour les services de livraison à domicile représenteraient environ 65% du parc (Vasconcellos, 2005b, d'après la CET), soit environ 340 000 motos en 2007.

d'imaginer des solutions techniques. Ainsi, en 2008, les deux-roues motorisés se sont vus interdire les voies centrales de la Marginal Tietê (là où se produisaient le plus d'accidents mortels en moto). Entre 2006 et 2010, des tentatives répétées de création des voies réservées aux deux-roues motorisés ont vu le jour sans grand succès (Vasconcellos, 2011b). Enfin, en 2011, la municipalité a publié un règlement qui devra être mis en vigueur en août 2012. Selon ce règlement, les *motoboys* devront posséder une carte professionnelle prouvant qu'ils n'ont pas d'antécédents criminels, porter un gilet les différenciant des autres motards et apposer des bandes réfléchissantes sur leur coffre. Il est également prévu qu'en 2014, leur moto soit de couleur blanche et que chacun d'entre eux se soit enregistré comme coursier à moto auprès des autorités (*O Estado de São Paulo*, article du 29 novembre 2011).

d) Des actions régulatrices ponctuelles : une initiative en faveur du stationnement à Mumbai

Les exemples précédemment cités d'offres spontanées de transports collectifs ou semi-collectifs (*peruas*, mototaxis, coursiers à moto) sont de véritables phénomènes de société. Ils concernent plusieurs milliers de personnes, tant opérateurs qu'usagers.

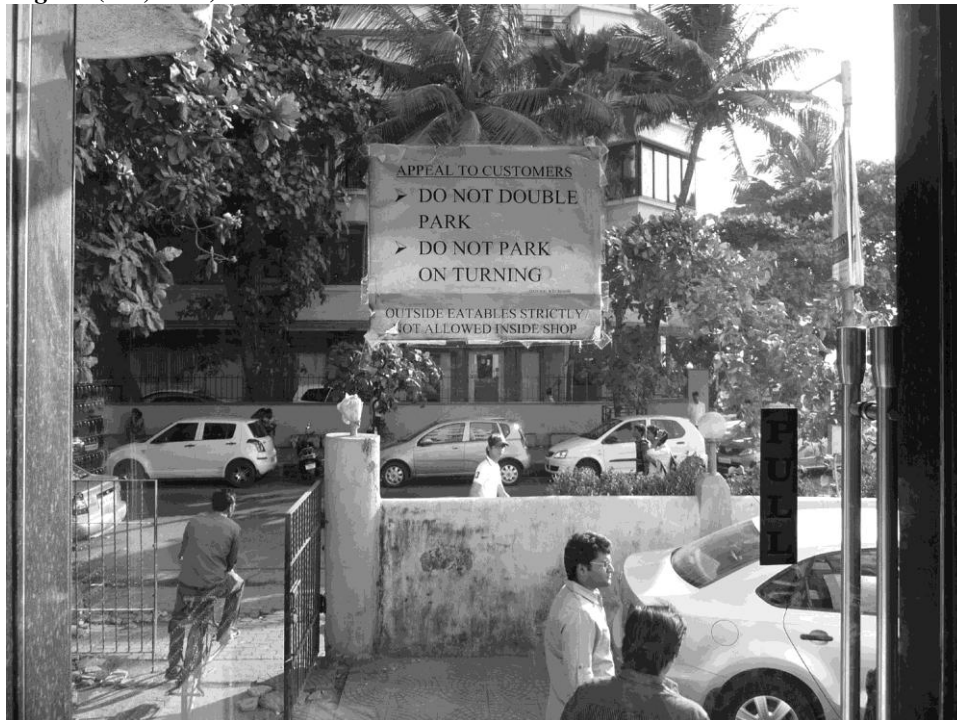
Les méso-régulations se déclinent également en des actions plus ponctuelles, mises en place par un acteur collectif déterminé, ce qui fait toute leur diversité. Il peut s'agir d'une grosse entreprise. Reprenons l'exemple du mini-tunnel du Technocentre. Cela peut être aussi une petite société qui décide, à une échelle très locale, de lutter contre la congestion. Dans ce dernier cas, même s'il s'agit de se substituer à la puissance publique, l'initiative est de moindre portée et tend à se rapprocher des micro-régulations.

Prenons l'exemple d'un commerce situé à l'angle d'une avenue très passante dans la ville insulaire de Mumbai¹⁵¹. Une des principales causes de la congestion dans la ville insulaire vient du stationnement sauvage en multiples files. Certaines avenues sont parfois réduites à une voie de circulation. Rappelons qu'à Mumbai, plus de 70% des voitures sont conduites par un chauffeur (chapitre 3). Souvent le chauffeur reste dans la voiture pendant que le propriétaire de la voiture réalise son activité. Or, nous

¹⁵¹ Il s'agit du glacier Natural, situé à l'angle de Marine Drive.

avons montré qu'il n'y a pas de politique de stationnement à Mumbai (voir chapitre 5). Ce commerce, cité en exemple, tente de mener une action très locale de lutte contre la congestion. Une affiche est placardée sur la porte d'entrée, à l'extérieur et à l'intérieur du magasin. Sur l'affiche, il est demandé aux clients de ne pas stationner en double file ni de stationner dans l'angle, afin de ne pas gêner la circulation (voir photographie ci-après).

Figure 28 - Panneau affiché sur la porte d'entrée du commerce, situé à l'angle d'une avenue très passante dans la ville insulaire de Mumbai : « ne stationnez pas en double file, ne stationnez pas dans l'angle » (GL, 2012).



1.3 Renforcer l'articulation transport-urbanisme : l'action des promoteurs privés

Enfin, des acteurs collectifs intermédiaires peuvent suppléer la puissance publique sur le long terme, en jouant sur l'articulation entre transport et urbanisme.

À la fin des années 1970, des promoteurs privés ont développé des quartiers d'affaires en périphérie des grandes villes américaines. Le but était de rapprocher les emplois de la main d'œuvre féminine périurbaine.

Ces *Edge Cities* ont été étudiées en profondeur par certains auteurs, comme J. Garreau. Ces auteurs considèrent le développement de quartiers d'affaires de périphérie comme une stratégie efficace de lutte contre la congestion. Sans renoncer à l'automobile, ces quartiers créent de la densité et rapprochent les emplois, les loisirs et les achats des zones de résidence (Garreau, 1991, p. 129).

2. Faire pression auprès de la puissance publique : le rôle des associations et des fédérations

Les méso-régulations, le peu de fois où elles sont évoquées dans la littérature, semblent être limitées à l'action des entreprises (Bovy et Salomon, 2002, p. 165), qu'elles soient formelles ou informelles. Cela est le cas pour les méso-régulations de substitution que nous venons d'évoquer. À l'inverse, les acteurs collectifs qui mettent en place les méso-régulations de revendication appartiennent, semble-t-il, aussi bien au marché qu'à la société civile.

Nous consacrons l'essentiel de cette partie à l'explosion de l'usage du deux-roues motorisé en Île-de-France depuis la fin des années 1990, comme alternative à l'automobile en situation de congestion (1). Nous verrons comment les associations de motards¹⁵² cherchent à faire pression auprès de la puissance publique qui, jusqu'à présent, n'abordait la question du deux-roues motorisé que sous l'angle de la sécurité routière.

Nous nous arrêterons ensuite sur d'autres stratégies de lutte contre la congestion, qui sollicitent également la reconnaissance de la puissance publique. Il s'agit des passe-droits des fédérations professionnelles en Île-de-France (2) et des actions en justice intentées par des organisations non gouvernementales, à l'encontre la puissance publique, dans la région métropolitaine de Mumbai (3).

2.1 Le phénomène du deux-roues motorisé en Île-de-France

Dans la région métropolitaine de São Paulo comme dans celle de Mumbai, le deux-roues motorisé connaît une véritable montée en puissance, du fait de son coût plus abordable que l'automobile et du manque d'infrastructures adaptées à l'automobile dans certains quartiers (chapitre 3). Le deux-roues motorisé apparaît

¹⁵² Nous assimilons au terme de « motards » les conducteurs de deux-roues motorisés, qu'il s'agisse de motos lourdes ou légères et de scooters.

comme une étape dans le processus de motorisation des ménages (Gwilliam, 2002, p. 6).

Le phénomène gagne aussi les régions métropolitaines dont le système automobile est plus développé. Cette fois, il ne s'agit pas d'une étape dans le processus de motorisation mais d'un report modal depuis la voiture ou les transports en commun vers le deux-roues motorisé. Ce report modal est suscité par la congestion automobile en milieu urbain. Il commence à prendre de l'importance dans la région de São Paulo (Vasconcellos, 2011b) mais il est encore plus patent en Île-de-France. L'enquête TNS Sofrès, réalisée en 2007 pour Axa Prévention¹⁵³, montre que la principale raison d'achat d'un scooter est, pour 55% des conducteurs de scooters, de « fuir les embouteillages » et, pour 16% d'entre eux, d'« éviter les transports en commun »¹⁵⁴.

Ainsi, l'usage du deux-roues motorisé apparaît comme une stratégie individuelle de régulation à la congestion. Si elle a sa place dans l'étude des micro-régulations (voir chapitre 8), cette stratégie, par l'ampleur qu'elle prend et par la pression qu'elle exerce sur la puissance publique, s'apparente à une véritable méso-régulation orchestrée par les associations de motards.

Un usage en forte croissance depuis la fin des années 1990

En France, les pouvoirs publics ont facilité l'accès aux scooters et aux motos légères (jusqu'à 125 cm³), en autorisant, à partir de 1996, leur conduite aux détenteurs du permis B¹⁵⁵.

En Île-de-France, et en particulier à Paris et dans les Hauts-de-Seine, le nombre d'immatriculations des scooters et des motos légères dépasse celui des motos lourdes depuis 2006. Cela prouve que les détenteurs de permis B utilisent la motocyclette de 125 cm³ comme véhicule urbain alternatif à l'usage de la voiture (IAU îdF, 2009, p. 24).

Le nombre de déplacements réalisés en deux-roues motorisé en Île-de-France a explosé durant la dernière décennie. Dans Paris, la part des deux-roues motorisés

¹⁵³ Enquête TNS Sofrès menée en juin 2007 auprès d'un échantillon de 1 222 personnes dont 840 automobilistes et 382 conducteurs de deux-roues.

¹⁵⁴ Les autres raisons avancées sont : « faire des économies » (14%) et la « passion pour la moto » (12%).

¹⁵⁵ En janvier 2011, la puissance publique a resserré l'accès aux scooters et aux motos légères, en rendant obligatoire une formation de 7 heures pour les titulaires du permis B.

dans la composition du trafic est passée de 10% en 2001 à 17% en 2009 (Mairie de Paris, 2011). Le nombre de voyageurs-kilomètres¹⁵⁶ parcourus en deux-roues motorisés à Paris a crû de 36% entre 2000 et 2007. Cette croissance provient, pour 53% des voyageurs-kilomètres parcourus, d'un report modal depuis les transports en commun, pour 27% d'un report modal depuis la voiture. Les 20% restant traduisent l'usage plus intensif du deux-roues motorisé et donc un gain en mobilité pour les usagers de longue date du deux-roues motorisé (Kopp, 2011).

Le deux-roues motorisé est principalement utilisé par des hommes, cadres ou de professions supérieures, habitant Paris. Ils s'en servent surtout pour leurs déplacements domicile-travail (DREIF, 2001). Kopp (2011) nuance ce portrait déjà daté, à partir d'une enquête qu'il a réalisée à Paris en 2008¹⁵⁷. Les motocyclistes sont encore, à 90%, des hommes. Et ils s'en servent toujours, dans 90% des déplacements, pour se rendre sur leur lieu de travail. Mais ils appartiennent à toutes les classes sociales. Et ils résident davantage en Île-de-France (70%) qu'à Paris (30%). Ce portrait du motocycliste traduit bien les avantages du scooter ou de la moto par rapport à l'automobile : la maniabilité du véhicule en situation de congestion, la facilité de stationnement et le coût qui reste modéré. Le principal inconvénient est le risque d'accidents. En 2008, les deux-roues motorisés étaient impliqués dans les deux tiers des accidents corporels à Paris. Ils représentaient la moitié des victimes (Mairie de Paris, 2010)¹⁵⁸. Malgré le nombre d'accidents, l'analyse coût-bénéfice du deux-roues motorisé en milieu urbain reste très positive (Kopp, 2011).

La revendication des associations de motards : autoriser la circulation entre les files (ou remontée de files)

Il est surprenant de noter que ce report modal massif vers les deux-roues motorisés s'est opéré sans la volonté de la puissance publique qui a, par contre, largement soutenu le report modal vers le vélo. Or, la part du vélo ne compte que pour

¹⁵⁶ Cette unité de mesure équivaut au transport d'un voyageur sur une distance d'un kilomètre (définition de l'INSEE).

¹⁵⁷ 141 conducteurs de deux-roues motorisé ont été interrogés dans Paris, dans huit endroits tirés au hasard : le boulevard de la Villette, la rue Vaugirard, la porte de Clignancourt, la gare Montparnasse, la place de Clichy, la rue de Crimée, la place de la République et la rue Barrault, en novembre 2008 (Kopp, 2011).

¹⁵⁸ C'est le mode de transport présentant le plus fort risque d'être tué par kilomètre parcouru en France. Les motards représentent 18% des tués sur la route, pour une part dans le trafic d'environ 1 % (IAU-îdF, 2009).

3% dans la composition du trafic à Paris en 2009 contre 17% pour le deux-roues motorisé et 57% pour les voitures particulières (Mairie de Paris, 2011).

Néanmoins, un effort a été fait par la puissance publique dans le processus de concertation avec les associations de motards. En 2007, sous l'impulsion de Denis Baupin, alors l'adjoint vert aux transports, la Mairie de Paris a proposé l'élaboration d'une *Charte des deux-roues motorisés à Paris* aux associations de motards¹⁵⁹. Le Ministère de l'Intérieur et la Préfecture de Police ont alors refusé de s'y associer¹⁶⁰.

L'objet de cette Charte est de « prendre en compte aujourd'hui la place des deux-roues motorisés dans la ville ». Ce qui « nécessite une reconnaissance réelle de leurs spécificités de circulation et de leurs droits » (Mairie de Paris, 2007a, p. 3). L'une des spécificités de circulation du deux-roues motorisé, et ce qui fait tout son intérêt en situation de congestion, est de rouler entre les files quand la vitesse de circulation est dégradée.

La circulation entre les files n'est pas définie par le Code de la Route¹⁶¹. Pourtant cette pratique courante est recommandée aux motards lorsque les conditions de circulation sont ralenties. Elle permet de gagner en temps et aussi en sécurité. La faible protection des deux-roues motorisés les rend vulnérables aux chocs lorsqu'ils sont à l'arrêt sur une file, en particulier sur le boulevard périphérique. La circulation en « accordéon » induit des arrêts fréquents et nécessite pour le motocycliste une recherche d'équilibre à chaque redémarrage (Mairie de Paris, 2007a, p. 10).

La circulation entre les files est une des priorités des associations de motards. Si elle est autorisée, les auto-écoles pourraient adapter leur enseignement et apprendre aux automobilistes à mieux appréhender cette pratique. La Belgique a modifié son

¹⁵⁹ Les signataires sont, aux côtés du Maire de Paris, la CGT des Coursiers, la Fédération Française de Motocyclisme (FFM), la Fédération Française des Motards en Colère - Paris - Petite Couronne (FFMC-PPC), le Conseil National des Professions Automobiles - Branche Motocycle (CNPA), l'Automobile Club de l'Ouest - Île-de-France (ACO IdF) et l'association Moto-Zen.

¹⁶⁰ Ce que rappelle Annick Lepetit, adjointe à la Mairie de Paris dans son communiqué du 17 novembre 2011 sur la « Remontées de files par les deux-roues motorisés : la réglementation doit évoluer », (http://www.paris.fr/paris/Portal.lut?page_id=5777&document_type_id=7&document_id=108716&portlet_id=12645, site consulté le 23 novembre 2011).

¹⁶¹ Le Code de la Route réglemente ainsi les changements de file :

« Les dépassements s'effectuent à gauche. Par exception à cette règle, tout conducteur doit dépasser par la droite un véhicule dont le conducteur a signalé qu'il se disposait à changer de direction vers la gauche » (Article R414-6 du Code de la Route).

« Lorsque, sur les routes à sens unique et sur les routes à plus de deux voies, la circulation s'est, en raison de sa densité, établie en file ininterrompue sur toutes les voies, le fait que les véhicules d'une file circulent plus vite que les véhicules d'une autre file n'est pas considéré comme un dépassement » (Article R414-15 du Code de la Route).

Code de la Route en 2011 en autorisant la circulation entre les files¹⁶². Au même moment, la Fédération belge de l'Industrie de l'Automobile et du Cycle (FEBIAC) a commandé une étude sur le rôle des deux-roues motorisés dans la résorption de la congestion à l'Institut de recherche *Transport & Mobility Leuven*. L'Institut conclut qu'un report modal de 10% des automobilistes vers le deux-roues motorisé réduirait les embouteillages de 40% aux heures de pointe sur les voies rapides urbaines, après avoir déduit la hausse du trafic due à la demande induite (Transport & Mobility Leuven, 2011)¹⁶³. En Angleterre, la circulation entre les files est également autorisée. La municipalité du Grand Londres va plus loin, permettant, depuis janvier 2012, la circulation des deux-roues motorisés dans les couloirs de bus. Cette autorisation fait suite à deux campagnes d'essai de dix-huit mois chacune qui ont conduit à une baisse des temps de trajet pour les motocyclistes, sans accroître les risques d'accidents¹⁶⁴.

Alors que la puissance publique légifère sur le deux-roues motorisé en Belgique et en Angleterre, au même moment en France, de nombreux sites et blogs d'associations de motards se font l'écho d'une campagne de verbalisation. Menée par la Préfecture de police depuis le printemps 2011, elle concerne la circulation entre files sur le boulevard périphérique. En réaction à cette campagne, des manifestations de motards sont régulièrement organisées. Le webzine *Motomag* s'est même entretenu avec le chef du service de circulation du périphérique au sujet de cette campagne. Celui-ci la justifie au nom de la sécurité des conducteurs de deux-roues et de l'interdiction de privilégier certains modes au détriment d'autres. Il déclare : « Le Code de la route interdit la circulation entre les files. Je vous ai dit que je n'avais aucun état d'âme. Pourquoi accorderait-on aux seuls conducteurs de deux-roues de pouvoir rouler plus vite ? Pourquoi gêneraient-ils les conducteurs de voiture et de

¹⁶² Le 20 juin 2011, est paru l'arrêté royal du 11 juin 2011, visant à promouvoir la sécurité et la mobilité des motocyclistes, et entrant en vigueur le 1^{er} septembre 2011 : « Circuler plus rapidement entre deux bandes de circulation ou files à une vitesse supérieure aux véhicules qui sont immobilisés ou qui circulent lentement sur ces bandes de circulation ou files n'est pas considéré comme un dépassement. Dans ce cas, le motocycliste ne peut toutefois dépasser la vitesse de 50 km à l'heure et la différence de vitesse entre le motocycliste et les véhicules qui se trouvent sur ces bandes de circulation ou files ne peut être supérieure à 20 km à l'heure. Sur les autoroutes et routes pour automobiles, il doit en outre rouler entre les deux bandes situées le plus à gauche » (<http://code-de-la-route.be/actualite/modifications-recentes/1694-securite-des-motocyclistes>, site consulté le 28 décembre 2011).

¹⁶³ Les résultats ont été tirés d'une étude de cas sur le trajet de Leuven à Bruxelles, aux heures de pointe sur l'autoroute E40, à partir des statistiques de circulation routière de mai 2011.

¹⁶⁴ Transport for London (<http://www.tfl.gov.uk/roadusers/redroutes/10151.aspx>, site consulté le 29 décembre 2011).

camions, qui seraient obligés de laisser passer des files de chenilles processionnaires ? » (*Motomag*, article du 16 mars 2011)¹⁶⁵.

Le Ministre de l'Intérieur a finalement déclaré en octobre 2011 qu'il acceptait de revoir le flou juridique concernant la circulation entre files, en s'appuyant sur l'exemple belge¹⁶⁶, sans pour autant donner de calendrier précis. À la suite de cette déclaration, la Mairie de Paris a réagi. Elle propose de participer à la définition d'une nouvelle réglementation aux côtés de l'État, au nom de « son expertise et du dialogue qu'elle entretient avec les associations de motards depuis de nombreuses années »¹⁶⁷.

Ainsi, face au nombre croissant de deux-roues motorisés en circulation, aux accidents dont ils sont victimes et à la pression exercée par les associations de motards, la puissance publique commence à s'intéresser au sujet. Néanmoins, un « contraste extraordinaire » (Kopp, 2011) se maintient encore entre, d'une part, la quasi-absence du deux-roues motorisé dans la littérature scientifique et le débat public, et, d'autre part, sa présence de plus en plus massive en ville, perçue par l'opinion publique comme une réelle stratégie de régulation à la congestion automobile. La récupération de ce phénomène dans la publicité de l'opérateur de télécommunications SFR est une bonne illustration. Une reproduction, tirée de l'édition francilienne du journal gratuit *20 Minutes*, est présentée ci-après.

¹⁶⁵ Extrait de l'article du 16 mars 2011 du webzine *Motomag* « Manifestations > Périphérique : la police "poursuivra" la répression sur les deux-roues à Paris » (http://www.motomag.com/spip.php?page=imprimer&id_article=10574, site consulté le 24 mars 2011).

¹⁶⁶ Extrait de l'audition de Claude Guéant, Ministre de l'Intérieur, par la Mission d'information relative à l'analyse des causes des accidents de la circulation et à la prévention routière, à l'Assemblée nationale le 12 octobre 2011 : « La circulation en inter-file, revendiquée par le monde des motards, avec lequel nous avons désormais une relation apaisée, mérite d'être étudiée, car force est de constater que beaucoup d'entre eux circulent de cette façon et bénéficient le plus souvent d'une assez grande tolérance de la part des forces de l'ordre. Il faut admettre que circuler en inter-file est une particularité de la conduite à moto, en particulier en région parisienne. En Belgique, par exemple, ce type de conduite ne semble pas entraîner une hausse de la mortalité et de l'accidentalité. Pour ce qui nous concerne nous pourrions aller en ce sens. » (<http://www.assemblee-nationale.fr/13/cr-mipr/11-12/c1112001.asp>, site consulté le 28 décembre 2011).

¹⁶⁷ Communiqué de presse d'Annick Lepetit, adjointe à la Mairie de Paris du 17 novembre 2011 sur la « Remontées de files par les deux-roues motorisés : la réglementation doit évoluer ». (http://www.paris.fr/paris/Portal.lut?page_id=5777&document_type_id=7&document_id=108716&portlet_id=12645, site consulté le 23 novembre 2011).

Figure 29 - Publicité SFR, tirée de l'édition francilienne du journal gratuit 20 Minutes, mai 2011.



2.2 Les passe-droits : une revendication des fédérations professionnelles entendue par la puissance publique

L'exemple du débat autour de la remontée de file est intéressant parce qu'il s'agit d'une méso-régulation d'actualité. Les associations de motards revendiquent depuis de nombreuses années sa légalisation, sans que cela n'ait, jusqu'à présent, abouti. Mais le nombre croissant de deux-roues motorisés en Île-de-France et la modification de la réglementation dans des pays voisins changeront probablement la donne.

L'exemple, traité maintenant, concerne une revendication qui a abouti. La puissance publique a légiféré, en octroyant des droits spécifiques de circulation à certaines fédérations professionnelles.

Les passe-droits concernant le stationnement sont nombreux. G. Dupuy en dresse une liste non exhaustive, montrant que la politique de limitation du

stationnement agit « comme un filtre qui laisse passer ceux à qui l'on reconnaît plus ou moins officiellement un “droit à la ville” » (Dupuy, 1995a, p. 65).

Les passe-droits ne concernent pas seulement le stationnement mais aussi la circulation et donc la congestion. En France, certaines catégories de véhicules ont droit au statut de véhicules *d'intérêt général prioritaires* ou de véhicules *d'intérêt général bénéficiant de facilités de passage*. Il s'agit, dans le premier cas, de véhicules de police, de gendarmerie, des douanes, de lutte contre l'incendie, d'intervention des unités mobiles hospitalières et de transport des détenus. Dans le second cas, ce sont les ambulances, les véhicules d'intervention d'EDF et de GDF, du service de surveillance de la SNCF, etc. Ces véhicules sont équipés d'avertisseurs spéciaux lumineux (gyrophares) et sonores (sirènes)¹⁶⁸. Lorsque les conducteurs de ces véhicules font usage de leurs avertisseurs spéciaux, ils n'ont pas à appliquer les règles de circulation¹⁶⁹. Ils peuvent contourner les embouteillages, en empruntant, par exemple, les bandes d'arrêt d'urgence.

La puissance publique reconnaît ainsi la spécificité de certaines professions en leur accordant des passe-droits concernant la circulation. Leur usage prend la forme d'une méso-régulation. Souvent justifié¹⁷⁰, leur usage est parfois abusif, comme à Moscou où l'usage excessif du gyrophare dans les embouteillages par les voitures de fonctionnaires suscite la colère des automobilistes (*Courrier International*, article du 10 mai 2010). Parfois, les avertisseurs spéciaux ne suffisent pas en cas de congestion. En témoigne cet article du *Parisien* daté du 15 juin 2011 :

« Créteil, Carrefour Pompadour, hier. Au volant de leur ambulance, Claude et Ridah sillonnent les routes franciliennes pour acheminer des malades à l'hôpital ou les ramener chez eux. Basés à Maisons-Alfort, ils connaissent parfaitement la N6 et ses points noirs. “Lorsqu'on est vraiment pressés, on évite carrément cette route. Même avec le gyrophare, ça n'avance pas”, expliquent les deux collègues (...) Aux heures de

¹⁶⁸ Les véhicules *d'intérêt général prioritaires* sont munis de feux tournants de couleur bleue et d'un avertisseur sonore à deux tons. Les véhicules *d'intérêt général bénéficiant de facilités de passage* sont reconnaissables à leurs feux à éclat de couleur bleue et à leurs avertisseurs sonores à trois tons (articles R311-1, R313-27, R313-34 du Code de la Route).

¹⁶⁹ Articles R432-1 et R432-2 du Code de la Route.

¹⁷⁰ Nous évoquons, néanmoins, les récentes critiques qui ont fait suite à l'accident parisien, impliquant un piéton et une moto de l'escorte d'un ministre du gouvernement français. Alors que l'escorte avait activé ses avertisseurs sonores et lumineux et circulait à contresens, un motard de l'escorte a percuté un piéton qui traversait. De fait, les voitures des ministres en déplacement sont considérées comme des véhicules d'intérêt général prioritaires et bénéficient d'une escorte à moto de la police nationale. Suite à cet accident, certains membres de l'opposition et de la société civile ont demandé la remise en cause de ces passe-droits lorsqu'ils sont utilisés sans caractère d'urgence (*Le Monde*, article du 25 janvier 2012).

pointe, les ambulanciers contournent la N6 et ses bouchons en passant “par le haut de Valenton, où ça circule beaucoup mieux”. »

2.3 L'action en justice ou comment la société civile mumbaïkar cherche à se faire entendre

Le dernier exemple de cette partie sur les méso-régulations de revendication illustre une manière encore différente de se faire entendre par la puissance publique. Il s'agit d'intenter des actions en justice à l'encontre de la puissance publique, pour qu'elle modifie sa politique en cours. Cette pratique est courante dans la région métropolitaine de Mumbai et, plus généralement, en Inde. La pratique du militantisme judiciaire (*judicial activism*) est un moyen pour les associations non gouvernementales de porter des projets (Zérah, 2007, p. 63).

Nous reprenons l'exemple du projet de circulation alternée (*traffic restraint scheme*) évoqué au chapitre 5. Ce projet vise d'abord à réduire la pollution automobile puis la congestion dans la ville insulaire de Mumbai. Il a été déposé, en 1999, auprès de la Haute Cour de justice de Mumbai, par l'association *Bombay Environmental Action Group*, sous la forme d'un contentieux d'intérêt public (*public interest litigation*) à l'encontre de l'État du Maharashtra. Suite à ce dépôt, l'État s'est intéressé au projet en commandant un rapport au commissaire aux transports VM Lal en 2000. Le rapport VM Lal souligne le bien-fondé de ce projet. Pourtant, l'État s'est retiré. En 2009, la Cour de justice a jugé ce contentieux, en demandant à l'État de tenter une expérimentation d'un mois (*Times of India*, article du 25 juin 2009). En 2010, le représentant de l'État a finalement répondu que le plan de circulation alternée n'était pas réalisable tel quel, avançant que l'État cherchait plutôt à améliorer les transports publics qu'à restreindre l'usage automobile (*DNA*, article du 5 mars 2010). Pour le moment, l'association *Bombay Environmental Action Group* n'a pas eu gain de cause mais l'action en justice continue.

Le militantisme judiciaire apparaît ainsi comme une tentative supplémentaire, aux côtés des manifestations et des actions de lobbying, pour forcer la puissance publique à modifier sa politique.

3. L'organisation informelle collective, en dehors de toute substitution ou revendication

Les méso-régulations confidentielles se distinguent des deux catégories précédentes. Elles ne se positionnent pas par rapport à la puissance publique, en s'y substituant ou en cherchant sa reconnaissance. Au contraire, il semblerait que moins ces méso-régulations sont institutionnalisées, plus elles seraient efficaces. Elles apparaissent comme le prolongement des micro-régulations mises en place au sein du ménage.

3.1 Le “bon plan”, degré zéro des méso-régulations

Le “bon plan” de la machine à café

Le degré zéro des méso-régulations, celui qui se rapproche le plus des micro-régulations étudiées au chapitre suivant, est le “bon plan”. C'est la “combine” échangée entre collègues, autour du café le matin, pour éviter les embouteillages sur le trajet du domicile au travail. Voici un extrait d'un des entretiens réalisés auprès de ménages motorisés dans les régions étudiées (chapitre 8). P., cadre francilien, raconte :

« Je sais qu'à tel endroit de la montée de la N118, je dois aller sur la file de droite. C'est celle qui va le plus vite et là, il faut que je repasse à gauche. Sur la N118 jusqu'à Chaville, la file de droite va beaucoup plus vite. Puis, après, il faut rebasculer sur la file de gauche. On a fait le test avec des collègues qui prennent le même trajet que moi ».

Le “bon plan” est une information délivrée entre personnes de connaissance. Cette information a tout intérêt à rester confidentielle, car, si un grand nombre d'automobilistes la mettent à l'œuvre en situation de congestion, elle n'est plus efficace.

Le “bon plan” ne se restreint pas à l'échange informel au bureau, en particulier à la machine à café. Il passe aussi par d'autres canaux, comme le téléphone mobile.

Ainsi, R., cadre à Mumbai, informe, en temps réel, le soir, son équipe, de la situation du trafic. Elle envoie des SMS aux membres de son équipe :

« En fait, je donne beaucoup d'informations aux autres du bureau, le soir, car je suis la première à partir. J'envoie des messages du genre « évitez Nariman Point, prenez une autre route, cela fait une demi-heure que je suis coincée sur Marine Drive » (...). Vous avez cinq employés qui viennent vous voir et vous disent, chef, dites-nous si vous êtes coincée dans les bouchons, car ils partent à 19h. Ils veulent savoir s'ils doivent prévoir quelque chose à manger ou à boire pour la route »¹⁷¹.

Le “bon plan” 2.0

La diffusion du téléphone mobile permet d'affiner le “bon plan” en le mettant à jour en temps réel. Mais plus encore, c'est la diffusion des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) qui renforce l'intérêt du “bon plan”. G. Amar (2010) souligne le rôle croissant de la *softmobilité* dans le système de mobilité, citant l'utilisateur qui devient producteur d'une information en temps réel, grâce à l'*info-empowerment*.

L'*info-empowerment* passe par un usage nomade d'Internet, permis par la diffusion massive des *smartphones*. L'automobiliste peut recevoir mais aussi produire de l'information en temps réel, partout, à tout moment, grâce à son *smartphone*. L'information devient coopérative (web 2.0). Il la diffuse sous forme de SMS, de courriels mais aussi de *tweets*, ces messages courts de 140 caractères que reçoivent en instantané sa liste d'abonnés. Une brève analyse des *tweets* concernant les conditions du trafic¹⁷² révèle qu'ils sont postés soit par des usagers, soit par des gestionnaires d'infrastructures ou par des sites de journaux, de radios, etc., à destination des usagers. C'est un moyen de diffuser de l'information trafic encore plus rapidement que les points trafic à la radio, les panneaux à messages variables ou les sites Internet des gestionnaires d'infrastructures qui sont rafraîchis, au mieux, toutes les six minutes (chapitre 4). Les *tweets* apparaissent nombreux dans la région de São Paulo, un peu moins dans la région de Mumbai et restent encore peu utilisés en Île-de-France¹⁷³.

¹⁷¹ Traduction personnelle depuis l'anglais.

¹⁷² Recherche effectuée le 19 janvier 2012 (abonnements concernant l'état du trafic dans la région de São Paulo : Lei Seca SP@LeiSecaSP, 39 427 *tweets* pour 41 036 abonnés ; SulAmérica Transito@rstnoar 22 444 *tweets* pour 23 309 abonnés ; Ecovias@_ecovias 16 260 *tweets* pour 19 873 abonnés ; Band Transito SP@bandtransitosp 31 239 *tweets* pour 12 112 abonnés. À titre d'exemple, Total Traffic La@TotalTrafficLA n'a que 6 104 abonnés mais a publié plus de 110 000 *tweets* sur les conditions de circulation à Los Angeles).

¹⁷³ Peut-être est-ce dû à la qualité de l'information trafic déjà disponible (voir l'enquête de 2009 sur le baromètre d'images des voies rapides urbaines d'Île-de-France, DIRIF, 2011).

Le fonctionnement de Twitter rappelle l'ancienne radio CB des chauffeurs routiers. Les chauffeurs de poids lourds se communiquaient des informations entre eux, grâce à des fréquences de radio ouvertes à tous. Mais le club restait plus réduit que celui de Twitter et reposait davantage sur l'interconnaissance.

Les assistants d'aide à la conduite, autrement dit les anciens avertisseurs de radars (Coyote, Wikango...) ¹⁷⁴, fonctionnent aussi sur le principe coopératif. L'automobiliste, en contrepartie d'un abonnement et d'un boîtier (ou d'une application sur *smartphone*) adhère à une communauté. Le boîtier produit une alerte sonore à l'approche d'un radar, d'un accident ou d'un bouchon. Les événements (radars, accidents, bouchons) sont signalés par les automobilistes de la communauté qui, en appuyant sur un bouton du boîtier, enregistrent la localisation géographique de l'événement ou la suppriment lorsqu'il a disparu. Le fonctionnement en club rend ce système performant. Plus il y a d'adhérents à la communauté, plus la mise à jour du système est fiable.

Les systèmes de navigation routière, comme TomTom, ont également recours au principe coopératif. Leur fonctionnement est différent. Les automobilistes s'abonnent à un service d'information en temps réel (par exemple le service « TomTom Live » ¹⁷⁵). Leurs téléphones mobiles sont ensuite géolocalisés. Grâce à la géolocalisation, le fournisseur collecte des données concernant la position, la direction et la vitesse des véhicules des abonnés. Il affine ainsi l'information trafic en temps réel disponible et la diffuse à ses abonnés. Plus les abonnés sont nombreux à utiliser ce service et à allumer leur téléphone en voiture, plus les informations fournies sont précises.

Jusqu'à quel point la communauté peut-elle s'agrandir ? N'y-t-il pas un risque, si l'information est diffusée à un trop grand nombre (qu'il s'agisse de *tweets* ou d'assistants d'aide à la conduite), que l'effet de congestion surpasse l'effet de club ? Nous supposons que si de trop nombreuses personnes sont en courant de telle ou telle perturbation, elles l'éviteront en passant par un autre itinéraire qui sera, à son tour,

¹⁷⁴ En accord avec le protocole signé le 28 juillet 2011, entre le Ministère de l'Intérieur Association Française des Fournisseurs et utilisateurs des Technologies d'Aide à la Conduite (AFFTAC), les Assistants d'Aide à la Conduite ayant bénéficié d'une mise à jour répondent parfaitement à la nouvelle législation en vigueur et sont par conséquent légaux (<http://www.moncoyote.com/fr/faq-fr/legislation>, site consulté le 10 février 2012).

¹⁷⁵ <http://www.tomtom.com/services/service.php?id=2&tab=2>, site consulté le 12 février 2012.

congestionné. Un exemple extrême où l'information s'est répandue très vite et à un très grand nombre de personnes à la fois concerne la journée du 15 mai 2006. Ce jour-là, l'organisation criminelle *Premier Commando de la Capitale* (PCC) a multiplié les attaques armées, menaçant de prendre le pouvoir dans la ville de São Paulo. L'information diffusée à la radio incitait les gens à rentrer chez eux le plus vite possible. De nombreux commerces, écoles et administrations ont fermé plus tôt pour laisser les gens rentrer. Des embouteillages monstres se sont alors produits (*O Estado de São Paulo*, article du 16 mai 2006)¹⁷⁶.

3.2 Les relations de proximité : s'organiser avec la famille, les amis et les voisins

Si le “bon plan” 2.0 présente un intérêt en termes de fiabilité et de mise à jour de l'information, il souligne aussi toute l'ambiguïté des méso-régulations : jusqu'à quel point faut-il étendre la communauté pour que l'information concernant la congestion reste valable pour tous les membres ?

Aux côtés du “bon plan” échangé à la machine à café, au téléphone ou sur Internet, nous observons d'autres formes de méso-régulations. Celles-ci reposent sur les relations interpersonnelles de proximité, à travers l'entraide de la famille, des amis ou des voisins. Ces méso-régulations demeurent confidentielles car elles s'appuient sur les liens familiaux ou amicaux. Elles apparaissent à plusieurs reprises dans les entretiens menés auprès des ménages motorisés (voir chapitre 8).

Citons l'exemple de S., mère de quatre enfants en région parisienne. L'aîné est scolarisé au collège dans la commune voisine et les trois plus jeunes vont à l'école primaire, non loin de la résidence familiale. Il n'y a pas de ramassage scolaire pour le collège et le trajet pour s'y rendre est régulièrement embouteillé. De plus, son mari, commandant de bord, est souvent absent. Elle s'arrange grâce à l'aide de ses amies :

« Il y a des jours où je fais la sortie des petits en même temps que celle de Thomas. J'ai une copine qui est institutrice à l'école. Elle garde les enfants jusqu'à ce que je revienne ou j'ai une autre copine qui me les garde chez elle à

¹⁷⁶ Un film, *Salve Geral*, est sorti en 2009, racontant la prise de pouvoir par le PCC. Entretien avec H. Théry, géographe, le 1^{er} octobre 2009 à São Paulo.

la maison. L'une ou l'autre solution. On est entre copines, on essaie de s'arranger. On garde les enfants des autres aussi ».

S. rêve d'un « taxi-bus » qui ferait office de ramassage scolaire pour les collégiens du quartier.

Prenons l'exemple d'une autre mère de famille. Divorcée, C. vit en région parisienne avec ses deux enfants de 6 et 9 ans. Elle télé-travaille la plupart du temps. Mais il lui arrive de partir en déplacement. Elle est aidée par une voisine, amie de longue date :

« J'ai une amie qui habite dans la résidence, qui est une ancienne collègue de travail. On se connaît depuis 13 ans et elle est la marraine de mon fils. Elle n'a pas d'enfant. Elle prend les enfants la veille au soir, ce qui me permet de me lever très tôt le matin. Elle les emmène à l'école le lendemain matin et les garde le soir si je rentre tard ».

Lorsque le ménage ne peut pas faire appel aux liens familiaux ou amicaux, la situation peut devenir vraiment difficile. Nous citons le cas de F., maman d'une petite fille de deux ans et demi. Elle nous fait part des deux dernières années pendant lesquelles elle habitait dans le 12^{ème} arrondissement de Paris et travaillait à Fontenay-aux-Roses, dans la banlieue sud. Elle s'y rendait en voiture. Chaque matin, en chemin, elle déposait sa fille chez la nourrice, dans le 13^{ème} arrondissement. Son programme d'activités était très contraint. Elle ne pouvait déposer sa fille avant 8h, devait être à son travail avant 9h et reprendre sa fille avant 18h. De plus, les itinéraires qu'elle empruntait étaient très souvent embouteillés. Son mari travaillait à la Défense et s'y rendait en RER. Il lui arrivait, ponctuellement, de chercher leur fille chez la nourrice. Mais F. "culpabilisait" de savoir sa fille dans les transports en commun alors qu'elle-même disposait d'une voiture. Le couple a réfléchi à d'autres solutions. F. raconte :

« La solution qu'on avait envisagée, c'était de faire intervenir la famille. Mais, malheureusement, on n'a pas beaucoup de famille en Île-de-France et de ce côté-là, on a moins de possibilités. Il se trouve que la maman de mon conjoint a été très malade et est décédée depuis. Je vois que, parmi nos amis ou les gens qui sont dans la même situation que nous, le facteur « soutien familial » est vraiment important. Dans certains cas où je ne pouvais vraiment pas aller au travail, j'étais obligée de poser des congés sans solde ».

Finalement, ne supportant plus la situation, F. a changé de travail. Le couple a déménagé et a obtenu, pour leur fille, une place à l'école près de leur nouveau domicile.

Ces méso-régulations confidentielles organisées sur la base de l'amitié ou du voisinage peuvent prendre de l'ampleur et s'étendre à l'échelle du quartier. Parfois même, ces initiatives sont soutenues par la puissance publique. Nous citons, à titre d'exemple, la pratique du *pedibus*. Le principe est de limiter les embouteillages du matin, en conduisant les enfants du quartier à l'école non plus en voiture mais à pied. Le *pedibus* fonctionne comme une ligne de bus. Il passe par des arrêts fixes à des horaires précis. Les enfants, se tenant deux par deux, forment un "bus", "conduit" par un ou deux parents bénévoles qui changent à tour de rôle.

3.3 Le covoiturage, une pratique durable quand elle reste non institutionnalisée

Nous consacrons la fin de cette partie sur les méso-régulations confidentielles à la restitution de travaux sur le covoiturage. Ces travaux montrent que le covoiturage est une régulation efficace quand il repose sur des liens informels entre personnes de connaissance.

Le covoiturage est une stratégie possible de lutte contre la congestion automobile, en réduisant le nombre de voitures en circulation. En Californie, la puissance publique encourage cette pratique en mettant en place des voies de covoiturage réservées aux véhicules occupés par trois personnes et plus. Les usagers de ces véhicules gagnent du temps par rapport aux automobilistes qui sont seuls dans leur voiture et qui ne peuvent emprunter les voies réservées.

Néanmoins, la pratique du covoiturage, quand elle repose sur une incitation de la puissance publique, semble être très opportuniste. C'est ce que montre une étude réalisée en 2011 par l'Institut des études sur le transport de l'Université de Californie à Berkeley. L'étude évalue l'impact d'un péage, instauré en 2010, sur les voies de covoiturage du pont reliant San Francisco à Oakland. Au même moment, le tarif du péage a été augmenté sur les voies ordinaires. Depuis la mise en place du péage, la fréquentation des voies de covoiturage a baissé d'un quart. Et la proportion des véhicules occupés par trois personnes ou plus et qui peuvent donc emprunter ces voies

est passée de 14% à 10% aux heures de pointe. Une des explications de cette baisse de fréquentation tiendrait au fait que les équipiers appréciaient les aspects sociaux et politiques du covoiturage (se déplacer gratuitement, offrir un trajet à un inconnu, frauder au risque de se faire prendre, etc.). Pour autant, tout le monde n'a pas abandonné cette pratique. L'étude souligne que certains automobilistes continuent de covoiturer avec un ami ou un collègue. Ils empruntent les voies ordinaires, dont la circulation s'est améliorée grâce à la hausse du péage, et ils se partagent le coût du péage. Chercher un troisième équipier avant d'emprunter les voies de covoiturage ne leur semble plus un gain de temps¹⁷⁷.

La pratique du covoiturage semble se maintenir grâce, non pas aux incitations de la puissance publique, mais aux relations interpersonnelles entre collègues ou amis. S. Vincent montre que les formes les plus pérennes de covoiturage « relèvent de l'informel et de la relation élective entre les équipiers » (Vincent, 2008a, p. 248). Cette durabilité est favorisée par l'accès au volant des deux équipiers et par l'alternance périodique du véhicule utilisé sur le trajet. Cela évite la question du service rendu et donc des frustrations qui peuvent en découler. Ainsi, le covoiturage apparaît comme une méso-régulation confidentielle. Sa pratique, au-delà d'un usage contraint économiquement, est « guidée par le plaisir d'être ensemble et par le partage du temps quotidien » (Vincent, 2008b, p. 335). Ce que ne propose pas le covoiturage institutionnalisé.

¹⁷⁷ Le compte-rendu de l'étude réalisée par l'Institut d'études sur le transport de l'Université de Californie à Berkeley est disponible sur : [http://its.berkeley.edu/btl/2012/winter/bridge toll](http://its.berkeley.edu/btl/2012/winter/bridge_toll), consulté le 19 janvier 2012.

4. Conclusion du septième chapitre

Les méso-régulations se classent en trois grandes catégories, selon qu'elles se rapprochent davantage des macro- ou des micro-régulations.

Les méso-régulations qui tendent vers les macro-régulations sont soit des *méso-régulations de substitution*, soit des *méso-régulations de revendication*. Elles sont mises en œuvre par des acteurs appartenant au marché ou à la société civile.

Les méso-régulations qui tendent vers les micro-régulations sont davantage des *méso-régulations confidentielles*, le plus souvent informelles. Les ménages s'organisent en activant les liens interpersonnels. Dans le contexte du développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication, ces liens tendent à se distendre au profit de l'appartenance, gratuite ou non, à une communauté plus vaste, souvent animée par une société privée (Twitter, Coyote, Wikango...). Se pose alors la question de la taille de la communauté : jusqu'où partager l'information trafic pour que l'effet de congestion ne devienne pas supérieur à l'effet de club ?

Au terme de ce chapitre, nous concluons que les méso-régulations apparaissent plus flexibles que les macro-régulations, car elles sont souvent informelles. Elles procèdent au cas par cas, sans entrer dans la rigueur d'une procédure institutionnalisée. Elles ont également une échelle d'intervention plus locale que les macro-régulations. Pourtant, comme les macro-régulations, elles rencontrent des limites qui freinent leur efficacité.

Nous repérons deux principales catégories de limites : la *limite temporelle* et la *limite d'intérêt*.

La première concerne la lenteur structurelle qui freine la mise en place de toute action publique (voir chapitre 6). Elle ralentit également les méso-régulations, en particulier de substitution et de revendication. Même quand il s'agit d'actions spontanées, réalisées au cas par cas, leur mise en œuvre prend du temps.

La seconde est une limite d'intérêt. Un décalage apparaît entre l'intérêt collectif et l'intérêt individuel des ménages. Cette limite est le propre de l'action collective qui ne peut satisfaire les intérêts de chacun en particulier et de tous à la fois. De plus, nous nous demandons si les méso-régulations ne révèlent pas le caractère

paradoxal de leur échelle d'intervention dans la lutte contre la congestion. Elles cherchent à réunir les arbitrages individuels au sein d'une entité collective. Or, l'automobile se caractérise par l'autonomie de déplacement qu'elle procure. Les ménages, en luttant contre la congestion, tentent de rétablir cette autonomie que peut freiner l'action collective.

Les méso-réglations, tout comme les macro-réglations, aident les ménages motorisés à vivre avec la congestion automobile. Pourtant, à cause des limites qu'elles rencontrent, elles ne suffisent pas à protéger les ménages des impacts de la congestion automobile. Ainsi, malgré l'agrandissement de tel tronçon routier (macro-régulation), malgré le "bon plan" que lui a donné un collègue (méso-régulation), l'automobiliste reste encore bloqué chaque matin dans les bouchons. Il est, certes, peut-être bloqué un peu moins longtemps. Comment fait-il, alors, pour préserver sa qualité de vie ? Y arrive-t-il ?

CHAPITRE 8

-

LES MICRO-RÉGULATIONS

L'étude de la congestion nous intéresse, tout particulièrement, par les effets qu'elle produit sur les ménages motorisés. Perturbation du système automobile, elle affecte les comportements individuels en agissant sur les temps de déplacement. Face à la variabilité et à l'allongement des temps de parcours, les ménages cherchent à maintenir leur budget temps de transport pour préserver leur qualité de vie. Or, les chapitres 5 à 7 ont montré que les macro- et les méso-régulations ne suffisent pas à préserver la qualité de vie des ménages. En effet, ces régulations rencontrent des limites qui freinent leur efficacité auprès des ménages. En particulier, les ménages ne s'inscrivent pas dans le même horizon temporel. C'est au quotidien qu'ils doivent faire face aux embouteillages. Quelles stratégies d'adaptation à la congestion les ménages mettent-ils en œuvre pour maintenir un budget temps de transport relativement stable ?

Nous supposons que plus la congestion exerce une pression sur les temps de parcours en les allongeant et/ou en augmentant leur variabilité, plus les ménages sont forcés d'agir sur leur schéma de déplacement, voire sur leur programme d'activités, pour maintenir leur budget temps de transport et préserver leur mode de vie. Y arrivent-ils ?

Le premier objectif de ce chapitre est de réaliser un relevé aussi exhaustif que possible des stratégies mises en place par les ménages motorisés qui leur permettent de préserver leur budget temps, même dans des situations de congestion intense. Nous étudierons les stratégies des ménages franciliens, paulistains et mumbaikars. Ces

stratégies seront ensuite hiérarchisées en fonction des ajustements, voire des altérations, qu'elles entraînent dans les schémas de déplacement et les programmes d'activités.

Le second objectif est de mesurer les seuils de tolérance des ménages à la congestion. Nous supposons que plus la pression temporelle due à la congestion est forte, plus les ménages se voient contraints d'adopter des stratégies qui affectent d'abord leurs schémas de déplacement, puis leurs programmes d'activités, voire leur mode de vie. À partir de quelle durée supplémentaire de déplacement les automobilistes atteignent-ils leur seuil de tolérance ? Autrement dit, quand deviennent-ils contraints de modifier leurs comportements actuels ? Le seuil dépend-il de variables socio-économiques (niveau de revenus des ménages), structurelles (niveau de développement du système automobile et donc degrés de congestion), voire culturelles ?

Nous présenterons d'abord la méthode d'enquête utilisée pour répondre à ces deux objectifs (1) puis les résultats de l'enquête (2). Ces résultats, en particulier ceux concernant le deuxième objectif sur les seuils de tolérance, seront validés par un questionnaire en ligne, réalisé auprès d'un échantillon représentatif d'un millier d'actifs franciliens (chapitre 9).

1. Le recours aux jeux de simulation pour l'étude des micro-régulations

Nous cherchons à connaître l'ensemble des stratégies qu'envisagent les ménages. Ces stratégies sont-elles les mêmes d'une métropole à l'autre, alors que les manifestations sociales, spatiales et temporelles de la congestion diffèrent ? À partir de quel degré de congestion les ménages les envisagent-ils ? Nous voulons saisir à la fois les stratégies que mettent actuellement en place les ménages et celles qu'ils envisageraient, si la congestion s'intensifiait et augmentait la pression sur les temps de parcours. À quelle méthode d'enquête faut-il alors faire appel ?

1.1 Le choix de la simulation : l'Enquête Interactive de Réponses Déclarées (EIRD)

Au vu des objectifs fixés, choisir une méthode d'enquête qualitative nous semble pertinent. Tout d'abord, nous avons pensé mener des entretiens semi-directifs auprès de ménages motorisés, en centrant la discussion sur leur expérience de la congestion. Mais nous avons craint de ne pas prendre assez de recul face à leurs réactions. Nous avons alors envisagé de compléter ces entretiens par d'autres entretiens semi-directifs auprès d'informateurs privilégiés de ces ménages : nourrices, chauffeurs, commerçants, voisins, etc. Cela permet de recouper les réponses des uns avec celles des autres et d'obtenir un regard différent sur les comportements des ménages. Afin d'optimiser la méthode, il nous est également paru envisageable de remplacer les entretiens semi-directifs, ou du moins une partie, par des groupes de discussion (*focus groups*). Nous comptons sur l'interaction du groupe pour que les répondants envisagent d'autres stratégies possibles. En choisissant des répondants au profil différencié, nous pensions réussir à explorer l'éventail des stratégies qu'envisagent les ménages face à la congestion. Cependant, deux points nous ont posé problème. D'une part, comment contrôler, de manière rigoureuse, les réponses des ménages lorsque nous leur demandons de façon ouverte ce qu'ils feraient si les conditions de circulation se dégradaient ? D'autre part, dans le cadre de la

comparaison, comment mener à bien des entretiens semi-directifs ou des groupes de discussion dans des environnements très différents ?

Il importe de formaliser la méthode choisie pour qu'elle soit applicable à la fois sur des terrains très différents et dans des situations réelles ou hypothétiques. C'est pourquoi nous avons retenu les méthodes d'enquêtes élaborées dans le champ de l'analyse des comportements de déplacement (*travel behaviour analysis*), en particulier la simulation. De fait, « le recours à la simulation offre l'avantage de mettre les répondants en situation et d'observer, sans *a priori*, l'ensemble des réactions comportementales possibles » (Faivre d'Arcier, 2008, p. 137). La simulation permet d'aller plus loin que les enquêtes de *préférences révélées*. Dans celles-ci, les répondants révèlent leur comportement réel et non pas les comportements qu'ils adopteraient face à un changement, qu'il s'agisse d'une nouvelle infrastructure de transport ou des conditions de circulation. La simulation permet également, par la mise en place d'un protocole strict que nous détaillerons par la suite, de contrôler les réponses des enquêtés appartenant à des environnements différents.

À la fin des années 1970, P. Jones est le premier à explorer les possibilités des jeux de simulation avec l'enquête HATS (*Household Activity and Travel Simulator*), qui teste les changements de programmes d'activités des ménages (Jones, 1980). S'appuyant sur cette technique, M. Lee-Gosselin met au point, à la fin des années 1980, une méthode originale, dite d'Enquête Interactive de Réponses Déclarées (EIRD). L'objectif de cette méthode est d'étudier les attitudes des ménages face à une pénurie de carburant au Canada (Lee-Gosselin, 1990). La méthode est reprise, dans les années 1990, aux États-Unis (Kurani et al, 1994) et en France (Faivre d'Arcier et al, 1996), pour tester les potentialités d'usage de la voiture électrique. Le Laboratoire d'Économie des Transports à Lyon l'a également expérimentée sur d'autres thèmes, qu'il s'agisse de politiques publiques, comme le péage urbain (Raux et al, 1995) et la taxe carbone (Lejoux et Raux, 2009), ou de choix de comportements, comme les choix d'itinéraire entre route et autoroute pour les déplacements régionaux (Andan et Faivre d'Arcier, 2000). Cette méthode permet de savoir à partir de quel niveau de changement les ménages modifient leurs comportements, pourquoi et comment ils les modifient (Polak et Jones, 1997).

L'EIRD est dénommée aussi enquête d'*adaptations déclarées* dans la littérature (Lee-Gosselin, 1996 ; Arentze et al, 2004). Elle se différencie de l'enquête de *préférences déclarées*. Celle-ci consiste à faire varier de façon contrôlée les valeurs des différentes variables jouant sur le choix individuel, dans le cadre de situations fictives (*trade-off*). Par exemple, elle permet de mesurer les réactions des automobilistes à l'instauration d'un péage urbain en heures de pointe (Li et Hensher, 2012). À chaque variation du prix à payer, les automobilistes auront le choix entre continuer en voiture, décaler l'heure de leur déplacement, changer de mode (Faivre d'Arcier, 2008, p. 136). L'EIRD se différencie également de l'enquête de *choix déclarés*. Comme dans l'EIRD, les répondants sont confrontés à des scénarios. Mais ils ne sont pas libres dans leurs réponses. Ils doivent choisir, parmi une liste de réponses, celle qu'ils préfèrent.

L'EIRD se réalise en deux grandes étapes. Tout d'abord, le répondant note dans un carnet de bord codifié l'ensemble des déplacements qu'il a réalisé pendant plusieurs jours consécutifs, ce qui constitue la *base de faits*. Puis, durant un entretien en face-à-face au domicile du ménage, le répondant répond de façon libre à des *scénarios* précis, de plus en plus contraignants, construits à partir de la base de faits.

L'EIRD est souvent la première phase d'un cycle d'enquêtes. Une enquête recourant à un échantillon plus large est ensuite nécessaire pour valider les résultats obtenus lors de l'EIRD et pour mesurer les seuils à partir desquels s'opèrent les changements de comportement de mobilité. Cette enquête peut prendre la forme d'une enquête de préférences déclarées, mais elle demande des compétences poussées en économétrie. Une autre possibilité est de réaliser une enquête de choix déclarés, sous la forme d'un questionnaire et où la liste de réponses, obtenues grâce à l'EIRD, est désormais imposée aux répondants. Nous avons opté pour un questionnaire de type « choix déclarés » auprès d'actifs motorisés franciliens (chapitre 9).

1.2 Le protocole de l'Enquête Interactive de Réponses Déclarées

La méthode d'enquête requiert la mise en place d'un protocole minutieux. Cela est important, car la même enquête a été réalisée en Île-de-France, dans la région de São Paulo et dans celle de Mumbai.

Nous présentons d'abord le calendrier et les partenariats mis en place pour la collecte des données (a). Puis nous décrivons l'échantillon (b), la base de faits (c) et les scénarios (d). Le déroulement de l'enquête, étape par étape, est présenté en annexe 3.

a) Collecte des données : calendrier et partenariats

Cette enquête porte sur les stratégies d'adaptation des ménages à la congestion automobile. Il importe que les relevés de la base des faits aient lieu dans une période où les conditions de circulation sont considérées comme « normales ».

Nous avons cherché à éviter les vacances scolaires et les incidents climatiques (mousson, chute de neige)¹⁷⁸. Le calendrier d'enquête est apparu assez serré. La phase de test de l'enquête a eu lieu en Île-de-France, au début de l'été 2009. Puis l'enquête a été conduite à São Paulo entre septembre et octobre 2009, à Mumbai entre mars et avril 2010 et en Île-de-France entre janvier et février 2010 puis entre mai et juin 2010¹⁷⁹.

Afin de limiter les risques d'erreurs par manque de connaissance du pays, nous avons noué des partenariats avec des acteurs locaux. O. Strambi, professeur au département des transports de l'École polytechnique de l'Université de São Paulo, nous a accueillie dans son laboratoire. Nous avons réalisé les entretiens avec B. Alves, l'une de ses doctorantes¹⁸⁰.

¹⁷⁸ En Île-de-France, les mois de juillet et d'août ont été éliminés, ainsi que les périodes de vacances de la Toussaint, de Noël, de février et de Pâques et le mois de décembre où les courses de Noël entraînent davantage de circulation. Dans la région de São Paulo, nous avons supprimé de notre calendrier d'enquête les mois de vacances de juillet et de février. Dans la région de Mumbai, nous avons enlevé le mois de mai (grandes vacances) et la période de mousson, de juin à septembre, en incluant la grande fête de Ganesh.

¹⁷⁹ Lors de la première phase francilienne, il a neigé. Nous avons voulu éliminer le biais climatique en lançant une seconde phase au printemps.

¹⁸⁰ B. Alves et nous-même avons recruté trois étudiants de master pour nous aider à recruter les ménages, à réaliser l'ensemble des dix-sept entretiens et à les retranscrire.

En Inde, nous avons fait appel à la société civile, très active dans de nombreux domaines de la vie urbaine et des transports en particulier (Zérah, 2009)¹⁸¹. Un second partenariat a été noué avec A. Datar et S. Kelkar de l'association locale *Mumbai Environmental Social Network (MESN)*.

b) L'échantillon

L'enquête s'intéresse aux ménages motorisés. Il s'agit de ménages qui possèdent une ou plusieurs voitures et dont au moins l'un des adultes du ménage s'en sert plusieurs fois par semaine. Trois autres critères de sélection sont retenus : la localisation résidentielle (centre, banlieue, périphéries), la situation familiale (ménage d'une personne, famille avec ou sans enfant) et les revenus.

L'objectif de cette méthode n'est pas d'atteindre une représentativité des comportements mais d'explorer et de comprendre le processus qui fait que tel répondant réagit de telle manière à tel scénario. C'est pour cela que l'échantillon (15 à 20 ménages) reste de taille modeste (Faivre d'Arcier, 2000), mais il doit être le plus varié possible. Le remplissage d'une fiche de recrutement permet de disposer d'informations sur les caractéristiques socio-démographiques des répondants (annexe 4) et ainsi d'éviter de recruter des ménages au profil similaire.

La grande majorité des ménages a été recrutée par relation indirecte, en demandant à notre entourage¹⁸² de contacter des ménages de sa connaissance, susceptibles de participer à l'enquête. Un quart de l'échantillon francilien a été sélectionné de façon quasi-aléatoire, à partir d'une liste téléphonique qui a servi à une enquête porte-à-porte dans deux communes périurbaines franciliennes en 2003 (Mathieu-Huber, 2007). Un quart de l'échantillon mumbaïkar regroupe des employés de Veolia Transportation¹⁸³.

23 ménages franciliens (31 répondants dont 15 femmes), 17 ménages de la région de São Paulo (23 répondants dont 11 femmes) et 22 ménages de la région de Mumbai (37 répondants dont 15 femmes) ont participé aux deux phases de l'enquête

¹⁸¹ De fait, nos contacts universitaires dans le domaine des transports, G. Tiwari et D. Mohan, exercent à l'*Indian Institute of Technology* de Delhi, ce qui est peu pratique pour la réalisation d'une enquête à Mumbai.

¹⁸² Nous tenons à adresser un grand remerciement à l'équipe CRIA qui nous a aidée à recruter les ménages franciliens.

¹⁸³ F. Noël, alors directeur de Veolia Transportation en Inde, nous a donné l'opportunité d'interroger neuf salariés du bureau de Veolia/Metro One à Mumbai dont six répondaient aux critères de l'enquête. Nous le remercions vivement.

(remplissage du carnet de bord et entretien). Ce qui fait un total de 91 adultes se servant régulièrement de la voiture et appartenant à 64 ménages¹⁸⁴.

Tableau 21 - Caractéristiques de l'échantillon en fonction des trois terrains d'enquête.

		IDF		RMSP		RMM		Total	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Nombre de ménages		23	100	17	100	24	100	64	100
Composition familiale	ménage d'une personne	4	17	4	24	3	13	11	17
	famille sans enfant	5	22	4	24	1	4	10	16
	famille avec enf. < 15 ans	9	39	4	24	6	25	19	30
	famille avec enf. 15 à 30 ans*	4	17	5	29	14	58	23	36
Occupation	Actifs (ou étudiants)	20	87	16	94	23	96	59	92
	Retraités	3	13	1	6	1	4	5	8
Lieu de résidence	Centre	5	22	10	59	9	38	24	38
	Banlieue	8	35	2	12	12	50	22	34
	Périphéries	10	43	5	29	3	13	18	28
Motorisation	1 voiture	15	65	9	53	14	58	38	59
	2 voitures	7	30	4	24	9	38	20	31
	3 voitures	1	4	3	18	1	4	5	8
	Deux-roues motorisés	3	13	0	0	6	25	9	14
	Chauffeur	0	0	1	6	9	38	10	16
Revenu annuel IDF (en €)	< 20 000	0	0						
	20 000 - 40 000	8	35						
	> 40 000	15	65						
Revenu annuel RMSP (en €)**	< 11 583			1	6				
	11 583 - 23 166			3	18				
	23 166 - 46 332			3	18				
	> 46 332			10	59				
Revenu annuel RMM (en €)***	4 250 - 8 500					3	13		
	8 500 - 17 000					0	0		
	17 000 - 42 500					14	58		
	> 42 500					7	29		
Taille moyenne du ménage		2,9		2,6		3,1		2,9	

*Résidant au domicile de leurs parents et n'étant ni en couple ni n'ayant d'enfant

**Valeur du réais brésilien au 30/09/2009 : 1€ = 2,59 Br Rs

***Valeur de la roupie indienne au 17/05/2010 : 1€ = 58,8 Ind Rs

Le découpage des revenus s'inspire du découpage utilisé dans les enquêtes locales. Nous avons repris ce découpage dans les fiches de recrutement (annexe 4), puis l'avons converti en euros.

¹⁸⁴ Une fois engagé dans l'enquête, aucun ménage ne s'est rétracté en cours. Nous n'avons pas pu réaliser que 4 entretiens (2 au Brésil, 1 en Inde, 1 en France) par manque de temps. Les ménages n'ont pas été rémunérés. Un drap de bain « Renault F1 » leur a été offert à la fin de l'entretien, à l'exception des salariés de Veolia.

Nous avons réussi à obtenir un échantillon varié en termes de composition familiale et de localisation résidentielle. Mais nous avons eu, sans surprise, plus de difficultés à rencontrer des ménages motorisés à bas revenus.

c) La base de faits

L'objectif de la base de faits est de recenser les déplacements qui servent, au cours de l'entretien à domicile, de référence aux ménages pour répondre aux scénarios (Lejoux et Raux, 2009, p. 12).

Nous avons opté pour un carnet de bord attaché à la personne et non au véhicule. Tous les adultes du ménage, qu'ils soient usagers réguliers ou non de la voiture, remplissent un carnet de bord afin de connaître les décisions prises au sein du ménage et la répartition des tâches (Vovsha et al, 2004). Le carnet de bord dure une semaine en Île-de-France et trois jours consécutifs dans les régions de São Paulo et Mumbai¹⁸⁵. Il se présente sous la forme d'un livret de format A5. Un extrait est disponible, dans chaque langue, en annexe 5.

d) Les scénarios

Nous avons établi deux scénarios principaux qui reprennent l'hypothèse selon laquelle la congestion automobile affecte les ménages en modifiant leurs temps de déplacement¹⁸⁶. Ne souhaitant pas complexifier les scénarios, nous nous sommes concentrée sur les variables temporelles, sans ajouter de variables monétaires¹⁸⁷. Le premier scénario porte sur la variabilité des temps de parcours. Le second concerne l'allongement des temps de parcours.

Pour l'ensemble du jeu de simulation, deux déplacements réguliers, l'un contraint, l'autre non contraint, sont sélectionnés à partir du carnet de bord. Lorsque le répondant est un actif, le déplacement régulier contraint sélectionné est le déplacement domicile-travail. Une troisième variable est sélectionnée pour le second scénario : il s'agit du budget temps transport d'une journée représentative en semaine.

¹⁸⁵ Contrainte par le temps, nous avons choisi de réduire le temps de remplissage du carnet de bord au Brésil et en Inde. En effet, dans le cadre du financement CIFRE, nous avons pu bénéficier de deux missions de détachement dans les filiales brésilienne et indienne de Renault ; chacune ne pouvant excéder trois mois.

¹⁸⁶ Nous avons présenté un troisième scénario sur l'information trafic mais les résultats sont difficilement comparables.

¹⁸⁷ Cette démarche, qui consiste à se centrer sur les variables temporelles et mettre de côté les variables monétaires, se retrouve aussi dans la littérature (Wardman et Nicolás Ibáñez, 2012).

Les deux scénarios se décomposent chacun en trois paliers et se présentent sous forme de cartes à jouer pré-remplies.

Les cartes à jouer sont progressivement dévoilées au répondant, au cours du jeu (elles sont disponibles en annexe 6).

Tableau 22 - Présentation des scénarios.

	Scénario 1 Congestion non-récurrente	Scénario 2 Congestion récurrente
À tester	Variabilité des temps de parcours (manque de fiabilité)	Allongement des temps de parcours
Sélection des temps de parcours révélés (TPR)	TPR d'un déplacement contraint et régulier (domicile-travail)	TPR d'un déplacement contraint et régulier (domicile-travail)
	TPR d'un déplacement non contraint et régulier	TPR d'un déplacement non contraint et régulier
Paliers de changement	1) Entre le TPR et + 50% du TPR	1) + 50% du TPR
	2) Entre le TPR et +100% du TPR	2) +100% du TPR
	3) Entre le TPR et +200% du TPR	3) +200% du TPR

Le premier scénario teste les adaptations à la congestion non récurrente, en mettant en scène la variabilité et le manque de fiabilité des temps de parcours. Comment les gens réagissent-ils à une variabilité des temps de parcours de plus en plus importante ?

Trois paliers sont élaborés afin d'augmenter, au fur et à mesure, la contrainte et d'obliger le répondant à dévoiler l'ensemble des changements de comportement qu'il pourrait être amené à faire. Au premier palier, l'enquêteur teste la réaction du répondant lorsque le temps de parcours du déplacement sélectionné peut être, certains jours à cause de conditions de circulation moins prévisibles, jusqu'à 50% plus long que le temps de parcours révélé (TPR). Au second palier, le temps de parcours peut être jusqu'à deux fois plus long que le TPR et au troisième palier jusqu'à trois fois plus long.

Prenons un exemple. Un répondant note dans son carnet de bord qu'il met 30 minutes pour se rendre à son travail. Sur la carte à jouer du palier 1 du scénario 1, concernant le déplacement contraint, il est écrit : « *Les conditions de circulation changent tous les jours. Elles deviennent moins prévisibles. Pour aller au travail, vous pouvez mettre entre ..30.. minutes et ..45.. minutes (+50%). Que faites-vous ?* » Le répondant est libre dans ses réponses.

Le second scénario concerne la congestion récurrente. Il teste l'allongement des temps de parcours. Dans ce scénario, en plus des deux déplacements réguliers, contraint et non contraint, nous ajoutons le budget temps total de la journée de semaine, la plus représentative du carnet de bord. Comment les gens réagissent-ils à des temps de parcours systématiquement plus longs ? Le temps de parcours révélé est multiplié par 50% puis par 100% et enfin par 200%.

Nous reprenons le même exemple du répondant qui révèle mettre 30 minutes pour se rendre à son travail. Sur la carte à jouer du palier 1 du scénario 2, il est écrit : *« Depuis quelque temps, les conditions de déplacement empirent. Pour aller au travail, vous mettez dorénavant systématiquement 50 % de temps en plus ; soit ..45.. minutes (à la place de ..30.. minutes). Que faites-vous ? »* Le répondant est également laissé libre dans ses réponses.

Il est précisé au répondant que dans chacun des deux scénarios, seules les conditions de circulation en voiture sont modifiées. La situation dans les transports en commun reste identique à la situation actuelle. Elle ne s'améliore ni ne se dégrade.

Avant d'exposer les principaux résultats de l'enquête, nous concluons cette partie sur la méthodologie par quelques remarques.

La forme ludique de l'enquête fonctionne et plaît aux enquêtés. Ils se laissent, littéralement, prendre au jeu. Sur un tel sujet, très rares sont les répondants qui ont refusé de jouer le jeu¹⁸⁸. De plus, l'entretien est conduit, le plus souvent, en présence des autres membres du ménage. Le répondant évalue les conséquences potentielles de ses réponses sur son schéma de déplacement et son programme d'activités (ou sur ceux des autres membres du ménage) et tous ceux présents peuvent vérifier le réalisme des réponses qu'il déclare. Le contrôle des autres membres de la famille, en particulier des enfants ou adolescents lorsqu'ils sont présents, se révèle très instructif.

¹⁸⁸ Nous avons rencontré un cas difficile à São Paulo et cela venait plutôt de difficultés de compréhension de la part de la répondante que d'une mauvaise volonté.

Nous tenons à préciser que nous nous inscrivons à la suite des travaux menés au Laboratoire d'Économie des Transports à Lyon (Raux et al, 1995 ; Faivre d'Arcier et al, 1996 ; Andan et Faivre d'Arcier, 2000 ; Lejoux et Raux, 2009). Néanmoins, nous avons dû, quelque peu, adapter l'analyse de l'EIRD pour répondre aux objectifs précis de cette enquête (relevé des stratégies d'adaptation et mesure du seuil de tolérance) et respecter sa dimension comparative.

2. Les principaux résultats de l'enquête qualitative

Nous présentons les résultats de l'enquête qualitative (EIRD). Nous commençons par lister les stratégies puis les hiérarchiser en fonction de leur fréquence. Nous nous penchons ensuite sur les seuils de tolérance. À partir de quel palier les ménages modifient-ils leur comportement ? Autrement dit, quel est leur seuil de tolérance à la congestion ? À combien de temps en plus correspond-il ?

2.1 Relevé des stratégies d'adaptation à la congestion : une « liste universelle de stratégies » ?

Comme nous avons cherché à le démontrer à la fin du chapitre 4, nous nous attendons, toutes choses étant égales par ailleurs, à une hausse de la congestion en Île-de-France durant la prochaine décennie. Quelles stratégies les ménages motorisés franciliens envisagent-ils de mettre en place si le degré de congestion s'accroît ? Ces stratégies sont-elles les mêmes que celles des ménages paulistains et mumbaikars qui vivent dans des environnements plus congestionnés que l'Île-de-France ?

Selon I. Salomon et P. Mokhtarian (1997), il existerait une « liste universelle » (*universal set*) de stratégies raisonnables dans laquelle piocheraient tous les ménages motorisés, quels que soient leur composition familiale, leur niveau socio-économique et l'environnement dans lequel ils habitent. Cela ne veut pas dire qu'un ménage adopte l'ensemble des stratégies listées mais qu'il en sélectionne certaines, en fonction de ses contraintes et de ses ressources. I. Salomon et P. Mokhtarian proposent une liste universelle de 16 stratégies possibles comme réponses à la congestion dans le cadre des déplacements domicile-travail. Cette liste a été établie à partir d'une enquête réalisée en 1992 auprès des employés municipaux de San Diego en Californie. Les répondants devaient dire, pour chaque stratégie proposée, s'ils y avaient déjà eu recours, s'ils l'avaient envisagée ou s'ils ne l'avaient jamais sérieusement envisagée (Mokhtarian et al, 1997).

La liste a été ensuite synthétisée en 11 stratégies par P. Bovy et I. Salomon (2002) : 1 - ne rien faire, 2 - réduire les coûts en s'équipant d'une voiture confortable, 3 - modifier l'heure de départ, 4 - changer l'itinéraire, 5 - s'acheter du temps (en payant un péage, en prenant une baby-sitter, etc.), 6 - opérer des changements temporels (horaires flexibles, semaine de travail compressée), 7 - utiliser un autre mode de transport, 8 - faire du télétravail, 9 - changer de lieu de travail ou de lieu de résidence, 10 - commencer un emploi à domicile, et 11 - quitter son emploi.

Nous nous demandons, d'une part, si le principe de « liste universelle » demeure pertinent lorsque nous le soumettons, près de vingt ans plus tard, à la comparaison spatiale et, d'autre part, si nous retrouvons les mêmes stratégies que celles listées par les auteurs.

Vérification du principe d'une « liste universelle » de stratégies d'adaptation à la congestion

Dans l'enquête que nous avons menée en Île-de-France et dans les régions métropolitaines de São Paulo et de Mumbai, les 91 répondants ont dû répondre à 15 cartes à jouer au maximum (6 cartes à jouer pour le déplacement contraint couvrant les 3 paliers des 2 scénarios, 6 cartes à jouer également pour le déplacement non contraint et 3 cartes à jouer pour le budget temps transport couvrant les 3 paliers du second scénario). Tous n'ont pas répondu à l'ensemble des cartes à jouer pour des raisons de pertinence. Citons, par exemple, le cas du répondant qui ne participe pas à la partie du jeu sur le déplacement contraint parce qu'il n'utilise pas sa voiture pour se rendre sur son lieu de travail. Ou évoquons le répondant pour lequel le jeu s'arrête au palier 2, car il déclare, dès ce palier, quitter son travail ou déménager.

Les réponses sont librement formulées par les répondants. Le plus souvent, les répondants déclarent une stratégie par carte à jouer, autrement dit par palier de scénario. Il arrive que certains répondants évoquent une deuxième stratégie (14% des réponses), voire, mais plus rarement, une troisième stratégie (2% des réponses).

Parmi les 1 142 réponses données par les 91 répondants, nous avons relevé quinze stratégies différentes. Quatorze d'entre elles ont été citées par des répondants des trois terrains. Le tableau ci-après présente le nombre d'occurrences pour chaque stratégie par type de déplacement (contraint, non contraint, budget temps), sans différencier, pour le moment, les réponses données au premier scénario de celles

données au second scénario. Le principe de « liste universelle » est vérifié, à l'exception de la quinzième stratégie du « recours au chauffeur » à Mumbai. Nous reviendrons sur cette quinzième stratégie.

Tableau 23 - Nombre de réponses par stratégie selon le type de déplacement, les 2 scénarios confondus.

	Île-de-France			RMSp			RMM		
	C	NC	BT	C	NC	BT	C	NC	BT
1. ne rien changer	60	55	23	23	39	5	42	52	16
2. modifier l'heure de départ	44	0	2	49	17	8	55	8	6
3. changer d'itinéraire	14	7	0	18	8	3	7	5	1
4. utiliser un autre mode	23	16	8	18	12	8	24	13	24
5. faire du covoiturage	0	0	2	2	0	1	4	1	1
6. <i>recourir à un chauffeur</i>	0	0	0	0	0	2	0	1	8
7. réduire la fréquence	2	9	1	1	17	0	1	11	4
8. changer l'horaire de l'activité	3	14	1	7	15	4	14	11	4
9. réorganiser le PA	5	1	1	6	0	1	1	4	2
10. chaîner les déplacements	1	2	3	0	1	5	1	1	1
11. changer de destination	0	15	2	5	18	4	5	17	3
12. travailler depuis chez soi	3	0	0	5	0	3	9	0	1
13. annuler	6	8	2	6	13	15	9	19	6
14. quitter son emploi	8	0	5	1	0	2	10	0	7
15. déménager	5	0	7	15	0	7	4	0	7
Nombre de réponses	174	127	57	156	140	68	186	143	91

C : déplacement contraint (scénarios 1 et 2), NC : déplacement non contraint (scénarios 1 et 2), BT : budget temps transport (scénario 2).

PA : programme d'activités.

Les 15 stratégies sont regroupées en 5 classes (Lesteven et Alves, 2011), selon leurs impacts sur le *programme d'activités (PA)* des ménages, c'est-à-dire sur l'organisation des activités dans la journée, voire dans la semaine, et sur leur *schéma de déplacement (SD)*, c'est-à-dire sur l'organisation des déplacements qui permettent de réaliser le programme d'activités.

Tableau 24 - Classement des 15 stratégies selon leurs impacts sur le schéma de déplacement (SD) et le programme d'activités (PA).

Classes	Stratégies	Impacts sur SD et PA
Ajustement marginal	1. ne rien changer	Possible légère modification du SD
	2. modifier l'heure de départ	
	3. changer d'itinéraire	
Altération modale	4. utiliser un autre mode	Modifications du SD puis du PA
	5. faire du covoiturage	
	6. <i>recourir à un chauffeur</i>	
Altération temporelle	7. réduire la fréquence	
	8. changer l'horaire de l'activité	
	9. réorganiser le programme d'activités	
Altération spatiale	10. chaîner les déplacements	
	11. changer de destination	
	12. travailler depuis chez soi	
Altération radicale	13. annuler	Rupture dans le PA
	14. quitter son emploi	
	15. déménager	

La première classe désigne les *ajustements marginaux*. Le répondant peut décider de « ne rien changer », c'est-à-dire qu'il ne modifie ni son schéma de déplacement, ni son programme d'activités. Cela ne veut pas dire pour autant qu'il ne fait rien. Certains répondants déclarent écouter de la musique, pour « faire passer le temps » ou « rester calme ». D'autres disent avoir recours à leur téléphone mobile. Il apparaît, à travers les entretiens, que le téléphone mobile revêt quatre fonctions différentes.

- Il sert à *prévenir du retard* les personnes à destination.
- Il sert à *informer* de la situation.

Ainsi, R., résidant à Mumbai, est la première, le soir, à quitter son travail. Elle envoie des SMS à ses collègues pour les informer des conditions de circulation.

- Le téléphone mobile sert également à *travailler* ou à *se distraire*.

P., cadre francilien, déclare que lorsqu'il est pris dans un bouchon le matin, « il met une oreillette et appelle les clients ». Pendant les embouteillages du soir, il appelle ses amis.

Certains avouent jeter un œil à leurs *smartphones*. Les répondants mumbaikars qui disposent d'un chauffeur téléphonent, mais également lisent, méditent, travaillent

sur leur ordinateur portable... Ces activités, comme écouter de la musique¹⁸⁹ ou utiliser son téléphone mobile¹⁹⁰, voire son *smartphone*, sont présentes dans les trois terrains.

Néanmoins, ces activités, en particulier utiliser son téléphone mobile, ne sont pas sans risque. Un rapport récent révèle qu'en France, près d'un accident de la route sur dix est associé à l'usage du téléphone au volant, qu'il s'agisse du mobile ordinaire ou du kit mains- libres (INSERM et IFSTTAR, 2011)¹⁹¹.

Deux autres stratégies appartiennent à la classe des ajustements marginaux. Il s'agit de « modifier l'heure de départ » (partir plus tôt ou plus tard) ou de « changer l'itinéraire ». À la différence de la première stratégie « ne rien changer », ces deux dernières stratégies affectent le schéma de déplacement de la journée, sans, pour autant, que le programme d'activités ne soit touché.

La décision de « changer d'itinéraire » est intéressante à étudier dans le cas de São Paulo, car elle est révélatrice de l'angoisse des automobilistes paulistains d'être victimes d'attaques à main armée (*assaltos*). Les pratiques d'illégalité bien contrôlées en périphérie génèrent une tranquillité que ne connaissent pas les quartiers plus riches du centre étendu soumis aux attaques à main armée (Cabanès, 2009, p. 446). Or, c'est dans ces quartiers que se concentrent les populations motorisées (voir chapitre 3). Ainsi, l'automobiliste paulistain tend à associer un mode de transport, la voiture, à un risque de vulnérabilité physique, les attaques à main armée. Ce risque augmente lorsqu'il est à l'arrêt, soit pris dans les embouteillages ou soit au feu rouge. Afin de contrer ce risque, l'automobiliste opte pour un changement d'itinéraire et/ou grille le feu rouge. Ainsi, en changeant d'itinéraire, il ne cherche pas tant à limiter le temps perdu qu'à éviter l'attaque.

Citons l'exemple d'E., enseignante à São Paulo. Dès le premier palier du premier scénario, elle choisit de changer d'itinéraire. Elle déclare que, pourtant, chaque fois qu'elle décide de changer d'itinéraire, elle ne gagne pas de temps. Mais

¹⁸⁹ L'ensemble des répondants disposent d'une voiture équipée d'un autoradio, à l'exception de deux ménages indiens bi-motorisés dont l'une des deux voitures n'en est pas équipée (question posée dans la fiche de recrutement). Le taux d'équipement en autoradio d'un échantillon représentatif est probablement un peu moins élevé.

¹⁹⁰ En 2009, le taux de pénétration du téléphone mobile en France est de 93% (ARCEP, 2010), au Brésil de 86% et en Inde de 41% (BCG, 2010). Le coup très bas de la minute de télécommunication en Inde (1 roupie/min) aurait accéléré sa diffusion.

¹⁹¹ Suite à cette étude, la mission parlementaire sur la sécurité routière d'octobre 2011 a demandé l'interdiction d'utilisation des kits mains-libres au volant (*Le Parisien*, article du 6 octobre 2011).

elle le fait systématiquement car elle a peur d'être coincée dans les embouteillages. Cette peur vient du fait qu'elle a été kidnappée, dans sa propre voiture, au milieu des embouteillages. Depuis, elle cherche à éviter toute situation de congestion.

Les trois classes suivantes regroupent des stratégies d'*altération* qui affectent les schémas de déplacement puis les programmes d'activités des ménages. L'augmentation de la variabilité des temps de parcours et/ou leur allongement exercent une pression sur les budgets temps de transport des ménages jusqu'à un seuil où les ménages ne peuvent plus maintenir leurs schémas de déplacement et leurs programmes d'activités existants. Ils sont alors contraints de les altérer.

Cette altération peut être *modale*. Les répondants choisissent d'« utiliser un autre mode » de transport. En Île-de-France, ils disent aller « à pied », « en transports en commun » ou « en deux-roues motorisés ». Dans la région de Mumbai, ils disent aller « à pied », « en vélo », « en train », « en bus » ou « en taxi ». Dans la région de São Paulo, les répondants citent principalement les « transports en commun » (bus, train ou métro). Quelques-uns disent aller « à pied » ou prendre « le taxi ». Nul ne considère sérieusement le vélo ou le deux-roues motorisé comme autre mode envisageable. Face à cette diversité, nous regroupons les changements de mode de transport en une seule stratégie « utiliser un autre mode ». Parmi les altérations modales, se trouvent également le « covoiturage » et le « recours au chauffeur ». Cette dernière stratégie est spécifique à Mumbai, nous la détaillerons plus amplement ci-après.

L'altération peut aussi être *temporelle*. Il peut s'agir de « réduire la fréquence » d'une activité, de « changer son horaire » ou sa durée, voire de « réorganiser le programme d'activités ». Dans le cas de cette dernière stratégie, le changement opéré est plus important que le simple changement d'horaire de l'activité.

Prenons l'exemple de D., médecin à São Paulo qui consulte l'après-midi. Au palier 2 du scénario 1 (temps de parcours pouvant être jusqu'à deux fois plus long), elle choisit d'avancer un peu l'horaire de ses consultations, afin d'éviter le trafic et en particulier la pointe du soir. Au palier 2 du scénario 2 (temps de parcours deux fois plus long), elle estime que la stratégie de changement d'horaire n'est pas satisfaisante et qu'elle doit réorganiser sa journée : elle abandonne son jogging du matin, auquel elle tient pourtant, et décide de consulter le matin plutôt que l'après-midi. Elle est ainsi certaine de rentrer tôt chez elle et de pouvoir voir ses enfants.

Enfin, l'altération peut être *spatiale*. Le répondant peut décider de « changer la destination » de l'activité. Il peut aussi décider de « chaîner ses déplacements ».

Par exemple, J., commercial francilien, a l'habitude de passer à son bureau entre deux rendez-vous. Dès le palier 2 du scénario, il dit qu'il s'organisera pour éviter de multiplier les crochets par son bureau.

Le répondant peut enfin envisager, s'il travaille, de « le faire depuis chez lui » (sans que cela ne soit, pour autant, systématique).

Les altérations modales, temporelles et spatiales sont des altérations qui modifient les schémas de déplacement et les programmes d'activités. Pour autant, elles ne remettent pas en cause la structure du programme d'activités, à la différence des *altérations radicales*. Il arrive que lorsque les temps de parcours deviennent de plus en plus variables et/ou longs, ni ajustements marginaux ni altérations modales, temporelles et spatiales ne suffisent à préserver le programme d'activités, même altéré. Il y a alors rupture dans le programme d'activités. Cela se manifeste sous la forme de trois différentes altérations radicales : « annuler l'activité » et donc le déplacement ; dans le cas des actifs, « quitter son emploi », et enfin « déménager ». Souvent, les stratégies « quitter son emploi » et « déménager » sont citées ensemble, les répondants souhaitant changer de style de vie à l'instar du répondant francilien qui décide de partir vivre en province. Les altérations radicales apparaissent comme une possible remise en cause du système automobile, puisqu'elles suscitent des changements d'origine et de destination des déplacements.

La stratégie particulière à Mumbai : le recours au chauffeur

Disposer d'un chauffeur est peu courant en France et au Brésil. C'est souvent l'attribut d'une fonction particulière : grand patron, homme politique ou haut fonctionnaire, comme E. dans notre échantillon brésilien. La situation est différente dans la région métropolitaine de Mumbai où il est estimé que plus de 70% des voitures particulières sont conduites, en semaine, par un chauffeur (Balakrishnan, 2006 ; Datar, 2010). Dans notre échantillon, 9 des 24 ménages mumbaikars interrogés disposent d'un chauffeur. La voiture est souvent considérée comme un « taxi privé » (MMRDA et LEA, 2008).

La présence fréquente d'un chauffeur permet, par exemple, à son propriétaire d'envisager de prendre le train s'il doit être ponctuel à un rendez-vous, comme M., manager à Mumbai.

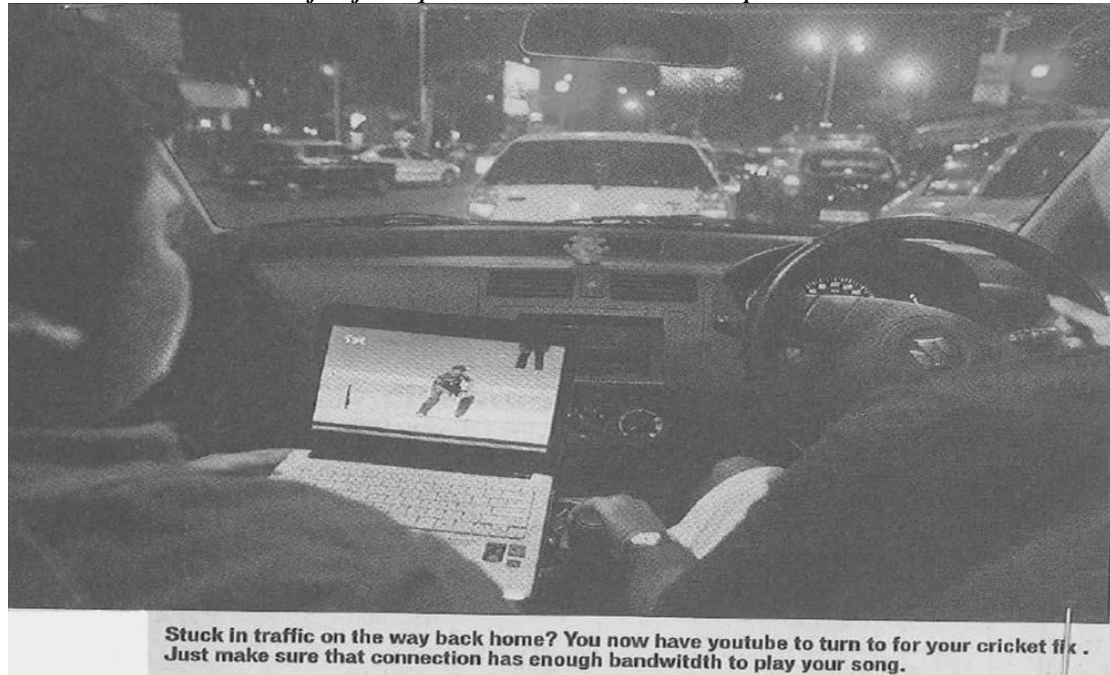
Le chauffeur, parfois même, est le pivot de l'organisation des déplacements du ménage.

Ainsi R. et H., un couple vivant à Dadar, au nord de la ville insulaire de Mumbai et parents de deux enfants de 9 et 4 ans, possèdent 3 voitures et emploient un chauffeur. H. travaille près de chez lui, à Mahim. Il se rend à son travail en voiture ou en vélo, les jours où il veut faire du sport. R. travaille dans le quartier d'affaires de Nariman Point au sud de la péninsule. Le chauffeur l'emmène le matin. Il gare la voiture dans l'immeuble du bureau de R. Puis il reprend le train pour Dadar où il utilise la troisième voiture pour emmener les enfants à l'école, les parents de R. faire des courses, pour déposer du courrier à la poste, etc. Le soir, il reprend le train pour Nariman Point où il cherche R. et la ramène chez elle en voiture. Il arrive parfois que R. rentre seule en voiture, sans que son chauffeur ne vienne la chercher.

Nous observons toute la souplesse que permet un chauffeur dans l'organisation du programme d'activités de leur famille.

L'usage d'un chauffeur apparaît comme l'une des stratégies les plus efficaces, si ce n'est la plus efficace, d'adaptation à la congestion, tout en préservant, au maximum et de manière confortable, le programme d'activités. Ainsi, le temps passé dans les embouteillages peut devenir un moment pour travailler ou se distraire. La coupure de presse ci-après montre un employé qui rentre chez lui et qui est pris dans les embouteillages. Conduit par son chauffeur, il en profite pour suivre un match de cricket sur son ordinateur portable.

Figure 30 - Coupure de presse, *Hindustan Times*, 20 avril 2010. La légende est la suivante : « Coincé dans les bouchons sur le chemin de la maison ? Vous avez maintenant youtube pour suivre votre match de cricket. Vérifiez juste que vous avez assez de réseau pour le son ».



Plus encore que la motorisation, l'emploi d'un chauffeur¹⁹² reste, à Mumbai, le privilège de ménages aisés. Nous supposons que lorsque la motorisation se démocratisera, cette stratégie du recours au chauffeur s'atténuera. Cela semble déjà être le cas à Delhi où la part des voitures conduites par un chauffeur est moindre. L'usage du chauffeur est relevé au début du XX^{ème} siècle à Paris, quand la motorisation est encore le privilège des ménages aisés. Le simple fonctionnement du véhicule nécessite alors un personnel important. Conduire soi-même n'est en aucun cas la règle chez ces propriétaires (Flonneau, 2005, p. 36). Pendant l'entre-deux-guerres, l'automobile, de plus en plus répandue, implique un nouvel usage qui est celui que nous connaissons aujourd'hui : le propriétaire de l'automobile est aussi son conducteur (Flonneau, 2005, p. 91). Le recours au chauffeur n'est pas tant une exception à la liste universelle des stratégies d'adaptation à la congestion que le signe d'un système automobile en développement.

¹⁹² Le salaire mensuel d'un chauffeur à Mumbai est d'environ 8 000 roupies (~ 120 euros) par mois, ce qui est accessible pour un ménage aisé (Datar, 2011). La demande serait plus forte que l'offre et il serait difficile de trouver un chauffeur fiable et qui ne boit pas (discussion avec G. Ramakrishnan, avril 2010 à Mumbai).

Le contenu de la « liste universelle » de stratégies d'adaptation à la congestion évolue-t-il au fil du temps ?

La liste universelle des stratégies d'adaptation à la congestion a été établie par I. Salomon et P. Mokhtarian (1997), puis reprise par P. Bovy et I. Salomon (2002), à partir de travaux sur la congestion automobile dans les pays industrialisés (États-Unis, Pays-Bas, Israël). Nous confrontons, dans le tableau ci-dessous, les 11 stratégies de cette liste aux 14 stratégies que nous avons relevées dans l'enquête.

Tableau 25 - Comparaison des listes de stratégies.

<i>Enquête 2011</i>	Bovy et Salomon, 2002 d'après Salomon et Mokhtarian, 1997
1. ne rien changer	1. ne rien faire
	2. réduire les coûts (voiture confortable, équipée)
2. modifier l'heure de départ	3. modifier l'heure de départ
3. changer d'itinéraire	4. changer l'itinéraire
	5. s'acheter du temps
4. utiliser un autre mode	7. utiliser un autre mode
5. faire du covoiturage	
6. recourir à un chauffeur	
7. réduire la fréquence	6. opérer des changements temporels (horaires flexibles, semaine de travail compressée)
8. changer l'horaire de l'activité	
9. réorganiser le programme d'activités	
10. chaîner les déplacements	
11. changer de destination	
12. travailler depuis chez soi	10. commencer un emploi à domicile
	8. faire du télétravail
13. annuler l'activité	
14. quitter son emploi	11. quitter son emploi
15. déménager	9. changer de lieu de travail ou de résidence

Cette confrontation fait ressortir assez peu de différences. Nous les détaillons.

Premièrement, nous remarquons que I. Salomon et P. Mokhtarian proposent deux stratégies qui ne sont pas citées telles quelles dans la liste issue de notre enquête : « 2 - réduire les coûts (voiture confortable, équipée) » et « 5 - s'acheter du temps (en payant un péage, en prenant une baby-sitter, etc.) ».

La stratégie de réduction des coûts par l'équipement automobile ne nous est pas apparue comme une stratégie à part entière et nous l'avons assimilée à la stratégie d'ajustement marginal « ne rien changer ». Cela tient probablement au progrès

technologique. Nombreux sont les répondants qui possèdent un téléphone mobile. Les voitures actuelles sont généralement confortables et la plupart d'entre elles sont équipées d'un autoradio. Nous avons rencontré quelques répondants qui citent un bon équipement à l'intérieur de la voiture comme moyen d'atténuer l'inconfort suscité par les embouteillages : investir dans un autoradio de bonne qualité, avoir une boîte de vitesse automatique.

Par exemple, F., artisan francilien, regrette que les constructeurs n'équipent pas les petits véhicules utilitaires d'une boîte de vitesse automatique. Cela lui apporterait un confort de conduite dans les embouteillages.

La seconde stratégie, celle d'achat du temps, est sous-entendue dans notre classification. Nous avons rencontré certains répondants franciliens prêts à emprunter un itinéraire payant comme l'autoroute A14.

Citons l'exemple de S., cadre, qui a déjà pris cette décision avant même que le jeu ne commence. Elle emprunte systématiquement l'A14 pour se rendre à son travail à cause des embouteillages sur la Nationale 13.

Le cas de J.-C., retraité, est également intéressant. Il est prêt à payer le péage de l'A14 dès le second palier du déplacement contraint.

Par ailleurs, nous avons classé le « recours au chauffeur » comme altération modale car la voiture particulière devient taxi privé. Recourir à un chauffeur est également une façon de « s'acheter du temps », car cette stratégie permet de faire autre chose que conduire pendant le temps du déplacement.

Deuxièmement, nous remarquons que I. Salomon et P. Mokhtarian ont peu développé les altérations, qu'elles soient modales, spatiales ou temporelles. Nous l'avons fait car il nous est apparu, en analysant les entretiens, que les répondants dissocient ces différentes stratégies, même si certaines sont finalement peu choisies comme « faire du covoiturage » ou « chaîner ses déplacements ». Nous avons aussi ajouté la stratégie d'altération radicale qui consiste à « annuler l'activité » et donc le déplacement. Le répondant renonce, ponctuellement ou définitivement, à un déplacement régulier contraint ou non contraint. S'il s'agit d'un déplacement domicile-travail, et que le répondant y renonce définitivement, alors il choisit la stratégie de quitter son emploi.

Finalement, la liste d'I. Salomon et P. Mokhtarian, reprise par P. Bovy et I. Salomon, a assez peu évolué en vingt ans, si ce n'est que le confort permis par le progrès technologique (autoradio, téléphone mobile...) est aujourd'hui considéré comme un acquis (ou presque). Les ménages de notre enquête, qui vivent à une autre époque et dans des environnements dont le degré de maturité du système automobile diffère, ont ainsi recours à une liste de stratégies proche de la leur.

2.2 Hiérarchisation des stratégies en fonction de leur fréquence

Regardons maintenant la distribution des réponses. Certaines stratégies, parmi la liste des 15 stratégies que nous avons relevées, sont-elles davantage plébiscitées que d'autres ? Quelles sont ces stratégies et pour quelles raisons les répondants les préfèrent-ils aux autres ?

Les travaux menés dans les années 1990 en Angleterre (Goodwin et al, 1992) et aux Pays-Bas (Bovy et Tacken, 1995 ; Stern, 1998) ont proposé une hiérarchisation des stratégies en fonction de leur fréquence et de l'effort d'adaptation qu'elles impliquent.

E. Stern (1998) distingue les réponses *préventives* des réponses *réactives*. Les réponses réactives concernent les situations de congestion dans lesquels l'individu est surpris de se trouver. La seule stratégie possible est celle du changement d'itinéraire. Les réponses préventives désignent les stratégies qu'adopte l'individu quand il s'attend à des embouteillages (cas de congestion récurrente) ou est informé, avant son départ, d'incidents récurrents ou non récurrents. Elles agissent sur le schéma de déplacement et le programmes d'activités.

E. Stern, P. Bovy et M. Tacken font l'hypothèse qu'il existe une hiérarchie des réponses préventives. Cette hiérarchie serait déterminée par la fréquence avec laquelle chaque type de réponse préventive est envisagé (Bovy et Tacken, 1995). P. Goodwin et al (1992) proposent une hiérarchie des changements de comportement qui repose sur l'effort qu'implique chaque type de changement.

Le tableau ci-dessous reprend la classification proposée à partir de l'enquête actuelle et les travaux antérieurs. La classification apparaît en cohérence avec les travaux antérieurs.

Tableau 26 - Confrontation aux hiérarchies proposées dans la littérature.

<i>Enquête 2011</i> (du + au - fréquent)	Stern, Bovy et Tacken, 1995 (du + au - fréquent)		Goodwin et al, 1992 (du - au + d'effort)
Ajustement marginal	Modifier la conduite		Augmenter l'utilité du comportement existant
	Modifier le SD	Changer l'heure de départ Changer l'itinéraire	
Altération modale		Changer le mode	Changer le SD en maintenant le PA
Altération temporelle	Modifier le PA	Activités non contraintes	Modifier le PA
Altération spatiale		Activités contraintes	
Altération radicale	Modifier les lieux	Ecole	Modifier les contraintes et élargir le choix possible d'activités et de déplacements
		Travail	
		Résidence	
	Modifier le mode de vie		

SD : schéma de déplacement, PA : programme d'activités.

Nous faisons l'hypothèse que les ménages cherchent à préserver, tant qu'ils le peuvent, leur programme d'activités. Celui-ci découle d'une répartition minutieuse des tâches au sein du ménage (Vovsha et al, 2004). Nous supposons ainsi que les stratégies les plus fréquemment choisies, même lorsque la congestion augmente et que les conditions de circulation se dégradent, sont celles qui demandent le moins d'effort, car elles ne touchent ni au schéma de déplacement ni au programme d'activités. Les stratégies les plus fréquentes seraient les *ajustements marginaux*, des stratégies à court terme, faciles à mettre en place. Elles seraient suivies par les *altérations*, des stratégies à moyen terme qui modifient le schéma de déplacement puis le programme d'activités. En dernier, viendraient les stratégies les moins fréquentes, les *altérations radicales* qui, à long terme, impliquent un changement de vie du ménage. Cette hiérarchie est-elle validée par les résultats de l'enquête ?

Le tableau ci-après présente la distribution des réponses en pourcentage par classe et par type de déplacement pour chacun des terrains. L'échantillon n'étant pas représentatif, les résultats ne sont pas transférables à l'ensemble des ménages motorisés d'Île-de-France et des régions de São Paulo et de Mumbai.

Tableau 27 - Fréquence des réponses par classe et type de déplacement, selon les terrains d'étude.

	Île-de-France	RMSP	RMM
<i>Contraints (scénarios 1 et 2)</i>	<i>n=174</i>	<i>n=156</i>	<i>n=186</i>
Ajustement marginal	68%	57%	56%
Altération	21%	28%	32%
<i>modale</i>	13%	13%	15%
<i>temporelle</i>	6%	9%	9%
<i>spatiale</i>	2%	6%	8%
Altération radicale	11%	15%	12%
<i>Non contraintes (scénario 1 et 2)</i>	<i>n=127</i>	<i>n=140</i>	<i>n=143</i>
Ajustement marginal	49%	46%	46%
Altération	45%	45%	41%
<i>modale</i>	13%	9%	10%
<i>temporelle</i>	19%	22%	18%
<i>spatiale</i>	13%	14%	13%
Altération radicale	6%	9%	13%
<i>Budget temps (scénario 2)</i>	<i>n=57</i>	<i>n=68</i>	<i>n=91</i>
Ajustement marginal	44%	24%	25%
Altération	31%	41%	53%
<i>modale</i>	18%	16%	36%
<i>temporelle</i>	4%	7%	11%
<i>spatiale</i>	9%	18%	5%
Altération radicale	25%	35%	22%

Dans le cas des *déplacements contraints*, la hiérarchie selon laquelle les stratégies les plus fréquentes sont celles qui modifient le moins le programme d'activités est respectée. En Île-de-France, plus des deux-tiers des réponses sont des ajustements marginaux. Pourquoi les répondants franciliens cherchent-ils davantage à préserver leur programme d'activités ? Est-ce parce qu'ils ont des temps de parcours révélés moins longs et que la pression temporelle, au fil des scénarios, augmente moins vite ? Ou bien est-ce parce que les altérations ne les satisfont pas et qu'ils cherchent aussi longtemps que possible à ne pas altérer leur comportement jusqu'à céder et renoncer, temporairement ou définitivement, à l'emploi et/ou au lieu de résidence ? Ou encore est-ce parce que la situation de congestion n'est pas récente et qu'elle demeure stable depuis plusieurs années ? De fait, ils auraient déjà été contraints d'adapter leur comportement à la congestion. Ils auraient atteint leurs limites d'adaptation, recourant, tant qu'ils le peuvent, aux ajustements marginaux jusqu'à les abandonner et choisir d'un coup des altérations radicales.

Plusieurs répondants franciliens expliquent, au cours de l'entretien, les arbitrages que les déplacements domicile-travail, liés aux contraintes professionnelles de l'un ou des deux conjoints, ont suscités au sein du ménage. Certains de ces arbitrages ont pu mener à des altérations radicales, avant même que le jeu ne commence.

Prenons l'exemple de T. et S., ménage résidant dans l'ouest francilien et parents de quatre enfants de 2 à 12 ans. T. est commandant de bord. Il alterne entre jours de vol et jours de repos. Sa femme S., après avoir essayé de travailler en horaires décalés, a fini par décider de s'arrêter de travailler pendant quelques années. En effet, ses temps de parcours pour se rendre sur son lieu de travail dans le sud francilien étaient trop variables. Malgré les horaires décalés, elle n'arrivait pas à assumer déplacements domicile-travail et conduite à l'école des enfants, en particulier les jours où son mari était parti. De son côté, T. a décidé de privilégier les vols long courrier. Certes, il part plus longtemps mais a aussi des plages de repos plus longues. Lorsqu'il est là, le budget temps de transport quotidien de S. s'allège de moitié. De plus, grâce à des axes moins congestionnés, il met, en général, 45 minutes à une heure pour rejoindre l'aéroport international de Roissy contre 45 minutes à deux heures pour l'aéroport domestique d'Orly, pourtant situé quasiment à la même distance de son domicile.

F. et R, parents de trois enfants de 7 à 13 ans et vivant dans le périurbain francilien, ont également décidé ensemble de l'arrêt temporaire de travail de R. pour pouvoir s'occuper des enfants.

Quant à C., divorcée, mère de deux enfants de 6 et 9 ans, vivant dans une commune voisine de F. et R., elle a choisi de télétravailler.

Les tractations au sein du ménage entre garde des enfants, localisation résidentielle et activités professionnelles des conjoints, se retrouvent également dans les régions de São Paulo et de Mumbai.

Dans la région de São Paulo, le choix de l'école, en particulier pour les ménages aisés qui ont les moyens de payer à leurs enfants une scolarité de qualité, mais onéreuse, exerce une pression supplémentaire sur le programme d'activités des ménages.

M. et D., parents de deux enfants de 11 et 13 ans, ont déménagé du quartier de Jardins à celui d'Alto de Pinheiros pour habiter quasiment en face de l'école des enfants et les laisser s'y rendre seuls. Si leur nouveau lieu de résidence rapproche M., le père, de son lieu de travail (Alphaville), il éloigne D., la mère, du sien (Vila Mariana).

À Mumbai, la situation est différente. Les ménages motorisés ont très souvent les moyens de se faire aider en employant du personnel de maison, et en particulier un chauffeur. Le ramassage scolaire, organisé par les écoles, semble également efficace.

R. et A habitent à Chembur, la banlieue est de Mumbai. Leurs deux enfants de 7 et 10 ans vont à l'école dans le quartier de Mahim, dans la ville insulaire. Ils ont pu être acceptés dans cette école parce que leurs parents y ont été élèves. Ils mettent une heure chaque matin pour se rendre à l'école en bus scolaire.

Dans le cas des *déplacements non contraints*, la hiérarchie selon laquelle les stratégies les plus fréquentes affectent le moins le programme d'activités commence à vaciller. Les répondants ont davantage tendance à altérer leur comportement. Ils jouent surtout sur deux leviers : changer la destination de l'activité (altération spatiale) et modifier l'horaire de l'activité (altération temporelle), car, à la différence du déplacement contraint, destination et horaire sont rarement imposés de l'extérieur. Les répondants sont également moins enclins à changer de mode que sous la contrainte et préfèrent garder la voiture. Enfin, ils n'hésitent pas à annuler le déplacement si la pression temporelle devient trop forte (paliers 2 et 3 des deux scénarios).

Dans le cas des *budgets temps*, la hiérarchie tient encore en Île-de-France, mais elle est renversée dans les régions de São Paulo et de Mumbai. Les répondants paulistains et mumbaikars tendent, d'une manière générale, à altérer davantage leur comportement que les répondants franciliens.

Des fréquences qui changent selon la durée initiale du déplacement

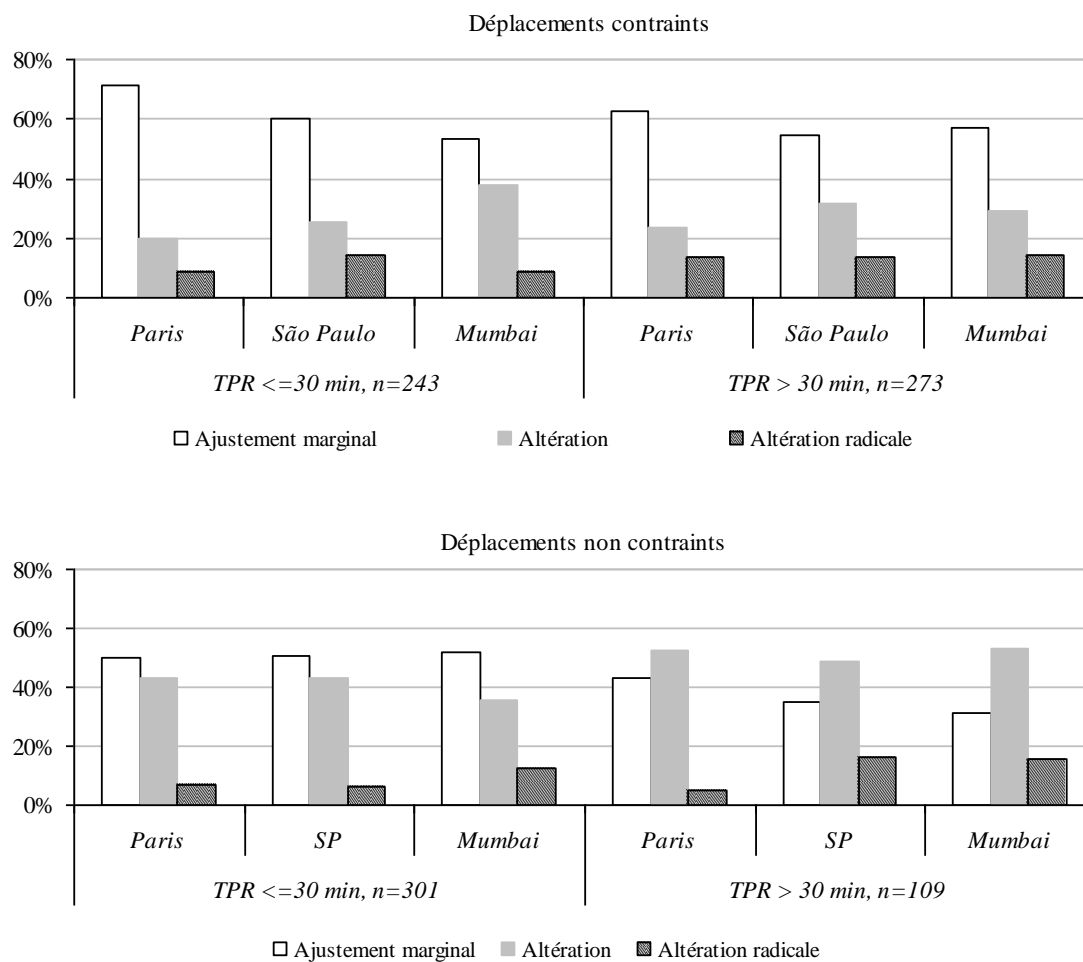
Les répondants réagissent-ils de la même manière quand leurs temps de déplacements d'origine sont courts ou longs ? Autrement dit, ont-ils les mêmes réactions quand leur temps de parcours révélé est, avant le jeu, soit inférieur ou égal à 30 minutes, soit supérieur à 30 minutes ? Dans le premier cas, nous supposons que le temps de parcours au palier 3 atteint au maximum 90 minutes (30 minutes x 200%) alors que dans le second, il dépasse les 90 minutes.

Le graphique ci-dessous présente les choix comportementaux des répondants pour les déplacements, contraints et non contraints, dont les temps de parcours révélés sont soit courts, soit longs. Le jeu a porté sur 38 déplacements contraints courts et 41

longs (base de 516 réponses) et sur 41 déplacements non contraints courts et 27 longs (base de 410 réponses).

À l'exception des déplacements non contraints longs, la hiérarchie est respectée. Les stratégies les plus fréquentes sont les ajustements marginaux, suivis des altérations puis des altérations radicales. Néanmoins, les répondants choisissent davantage les ajustements marginaux pour les déplacements courts, qu'ils soient contraints ou non contraints. Les stratégies d'altération l'emportent pour les déplacements longs. La durée du déplacement et sa contrainte apparaissent comme deux facteurs qui déterminent le seuil de changement de comportement.

Figure 31 - Stratégies pour les déplacements contraints et non contraints dont les temps de parcours révélés (TPR) sont inférieurs ou égaux à 30 minutes ou supérieurs à 30 minutes.



En conclusion, la durée initiale du déplacement et son degré de contrainte jouent sur les stratégies adoptées. Contrairement aux répondants paulistains et mumbaikars, les répondants franciliens auraient tendance à davantage ajuster leur comportement qu'à l'altérer.

2.3 Les seuils d'altération selon les scénarios et les terrains

Jusqu'à présent, nous avons étudié les comportements d'adaptation sans différencier les réponses données au premier scénario de celles données au second scénario. Rappelons que le scénario 1 porte sur la variabilité des temps de parcours. Le scénario 2 concerne l'allongement des temps de parcours. Nous n'avons pas non plus examiné les réponses, palier par palier. Cela permettrait de vérifier si l'accroissement de la congestion, à travers des temps de parcours de plus en plus variables ou de plus en plus longs, se traduit par une gradation des réponses. Viendraient d'abord des réponses d'ajustement marginal à faible impact. Puis suivraient des réponses d'altération dont l'impact sur le schéma de déplacement et le programme d'activités serait plus élevé.

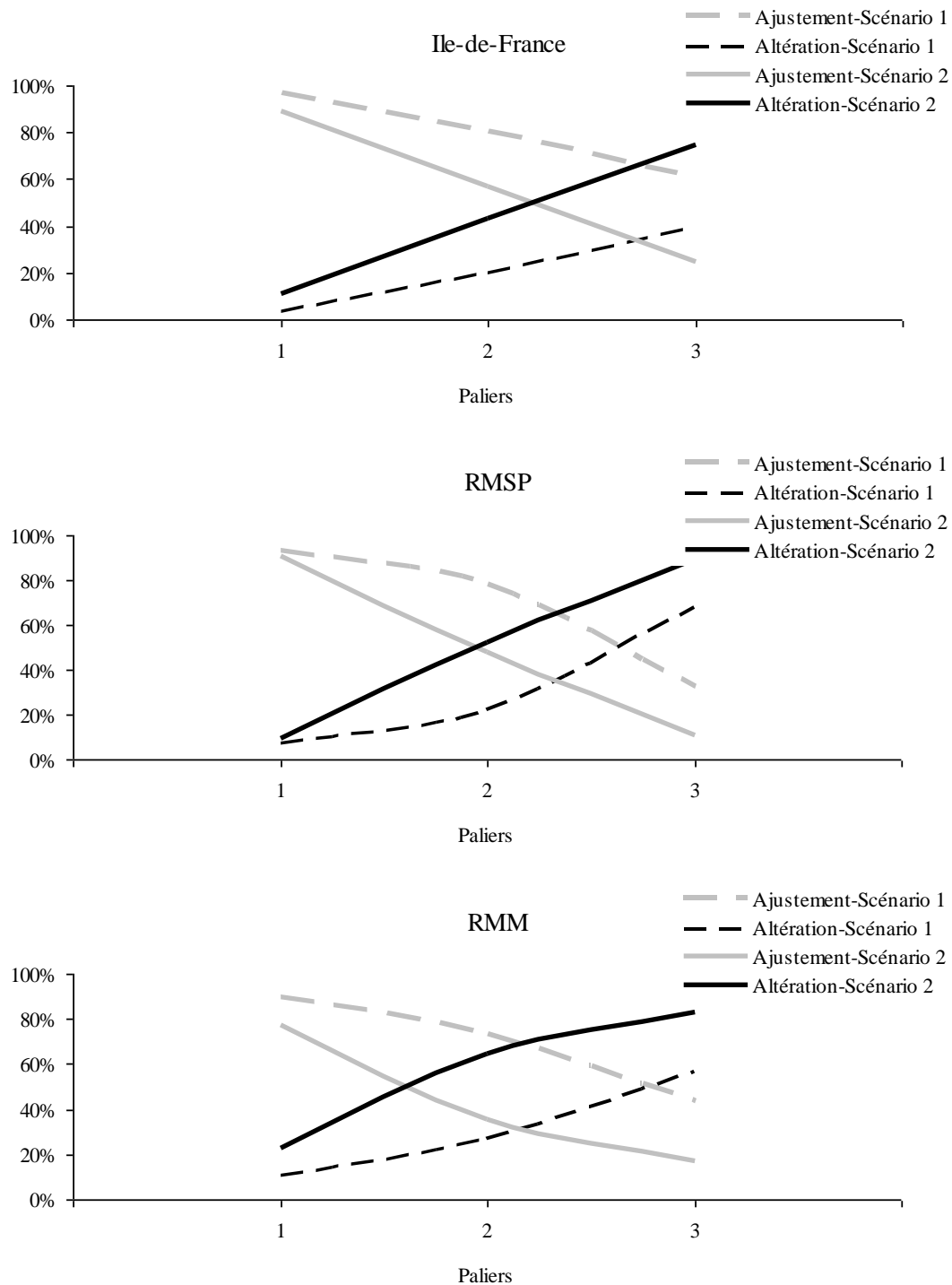
D'une part, nous nous demandons si les répondants reproduisent les mêmes comportements d'adaptation d'un scénario à l'autre. Nous savons, d'après la littérature, que les usagers sont plus sensibles à la variabilité du temps de parcours qu'au temps de parcours (de Jong et al, 2009; Lam et Small, 2001). Il nous faut donc vérifier l'hypothèse selon laquelle les répondants altèrent davantage leur comportement au scénario 1 qu'au scénario 2.

D'autre part, nous avons vu que, pour tous les paliers et quel que soit le scénario, les répondants franciliens auraient tendance à être plus tolérants à la congestion. Ils altèrent moins facilement leur comportement que les répondants paulistains et mumbaikars. Cela signifie-t-il qu'il faut beaucoup augmenter le degré de congestion (et donc la pression sur les temps de parcours) pour que les ménages franciliens commencent à altérer leur comportement ?

Les graphiques ci-après se concentrent seulement sur les déplacements contraints, qui, comme nous venons de le voir, suscitent davantage de résistance chez les répondants. Les graphiques présentent la fréquence des ajustements marginaux et des altérations (modales, temporelles, spatiales et radicales) à chacun des trois paliers (+50%, +100%, +200%), par scénario, pour les trois terrains.

Logiquement, le degré de congestion s'accroissant au fur et à mesure des paliers, le nombre de répondants déclarant des ajustements marginaux tend à diminuer tandis que ceux qui déclarent des altérations deviennent plus nombreux. L'intersection entre la courbe d'ajustement marginal (de couleur claire) et la courbe d'altération (de couleur foncée) peut être considérée comme le seuil à partir duquel les répondants commencent à davantage altérer leur comportement qu'à l'ajuster. Nous appelons ce seuil de changement de comportement le *seuil d'altération*. Les courbes d'ajustement marginal et d'altération du scénario 1 sont représentées en pointillé. Les courbes d'ajustement marginal et d'altération du scénario 2 sont marquées d'un trait plein.

Figure 32 - Seuils d'altération en fonction des paliers par scénario et par terrain d'étude pour les déplacements contraints.



Examinons les graphiques. Nous observons que l'intersection entre la courbe d'ajustement marginal et la courbe d'altération, peu importe le scénario, est située plus à droite sur le graphique « Île-de-France » que sur le graphique « RMSP ». De même, les intersections sur le graphique « RMSP » se trouvent plus à droite que les intersections sur le graphique « RMM ». Cela signifie qu'à chaque scénario, les

répondants franciliens commencent à altérer leur comportement à un palier plus élevé que les répondants paulistains. Et les répondants paulistains commencent à altérer leur comportement à un palier plus élevé que les répondants mumbaikars.

Pour le scénario 1, le seuil d'altération des répondants d'Île-de-France se trouve au-delà du palier 3 (+200%). Le seuil d'altération des répondants paulistains et mumbaikars est situé entre le palier 2 (+100%) et le palier 3 (+200%).

Pour le scénario 2, le seuil d'altération des répondants d'Île-de-France se situe entre le palier 2 (+100%) et le palier 3 (+200%). Le seuil d'altération des répondants paulistains correspond au palier 2. Et le seuil d'altération des répondants mumbaikars se trouve entre le palier 1 (+50%) et le palier 2 (+100%).

Nous concluons, de cette première lecture, que les répondants franciliens commencent à altérer leur comportement à un palier plus élevé que les répondants paulistains et mumbaikars. Ils apparaissent donc moins flexibles. Serait-ce dû aux degrés de congestion plus élevés dans les régions de São Paulo et de Mumbai qui obligent les répondants de ces régions à altérer plus rapidement leur comportement ? Cela signifierait qu'il faut atteindre le palier 3 du scénario 2 pour que les répondants franciliens imaginent des situations de congestion similaires à celles qu'imaginent les répondants mumbaikars dès le palier 1 et les répondants paulistains au palier 2.

Une autre observation peut être faite en comparant le scénario 1 au scénario 2. Sur chaque graphique, l'intersection des courbes du scénario 1 (pointillé) se trouve plus à droite que l'intersection des courbes du scénario 2 (trait plein). Autrement dit, le seuil d'altération, dans le cas où les temps de parcours sont de plus en plus variables (scénario 1), a lieu à un degré de congestion plus élevé que le seuil d'altération, dans le cas où les temps de parcours deviennent de plus en plus longs (scénario 2). Cela est surprenant. Si le principe selon lequel les usagers sont plus sensibles à la variabilité des temps de parcours qu'à leur durée était respecté, l'intersection des courbes du scénario 1 (pointillés) aurait dû se trouver non pas à droite mais à gauche de l'intersection des courbes du scénario 2 (trait plein).

Deux raisons peuvent être avancées pour cette apparente contradiction. D'une part, il est possible que les répondants aient mal interprété les scénarios. Puisque les répondants sont accoutumés à un certain niveau de variabilité, il est possible que les répondants, lors du scénario 2, considèrent que plus les temps de parcours s'allongent,

plus ils ont des chances d'être instables. Considérer qu'il y a de la variabilité dans le scénario 2 sur l'allongement des temps de parcours rend la situation du scénario 2 toujours plus difficile que celle du scénario 1 sur la variabilité où les temps de parcours moyens sont plus courts.

La seconde raison tient à la formulation des paliers des scénarios. Comparons le palier 1 (+50%) des scénarios 1 et 2 pour un temps de parcours révélé de 20 minutes. Le temps de parcours moyen au palier 1 du scénario 1 sera de 25 minutes (de 20 à 30 minutes) tandis qu'il sera de 30 minutes (sans variabilité) au palier 1 du scénario 2. Donc, même dans la situation où la fiabilité des temps de parcours est davantage estimée que les temps de parcours, nous pouvons nous trouver dans la situation telle qu'elle est dessinée sur les graphiques ci-dessus (Lesteven et Alves, 2011).

2.4 Chercher à estimer le seuil d'altération

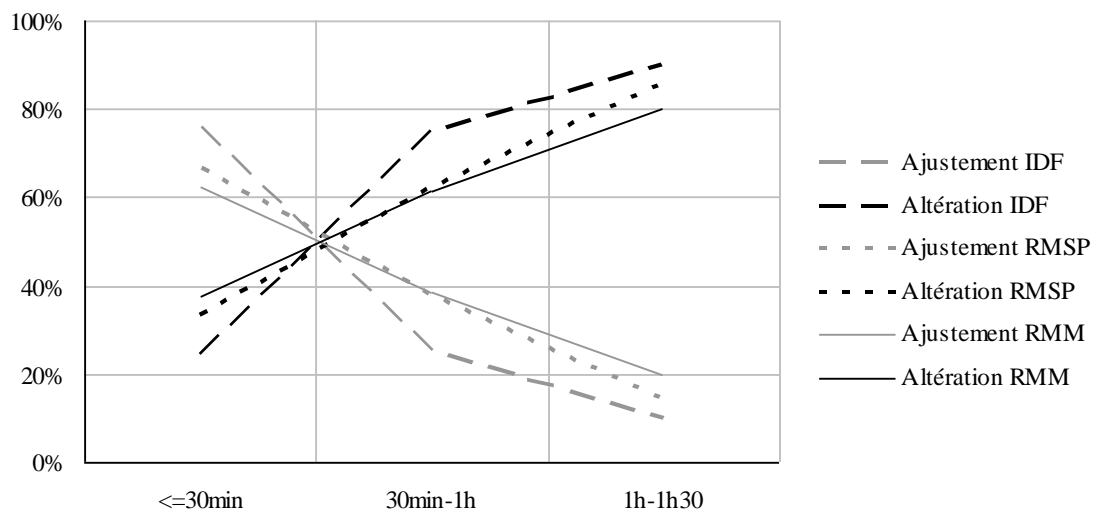
Les graphiques que nous venons d'analyser ont donné une indication sur la pression temporelle nécessaire pour atteindre le seuil d'altération. Cette indication de pression temporelle est exprimée, dans le jeu de simulation, en un nombre moyen de paliers nécessaires pour que les répondants atteignent le seuil d'altération. Pour autant, nous ne connaissons pas la valeur temporelle de ces paliers. Pour ce faire, nous créons une variable du temps supplémentaire ou *variable de délai*.

Le temps supplémentaire, ou délai, est le temps qui, à chaque palier, s'ajoute au temps de parcours révélé. Comment obtenir le délai (d) ? Travaillons, par exemple, sur le palier 1 du scénario 2. Le temps de parcours à ce palier est 50% plus long que le temps de parcours révélé (x). Le temps de parcours révélé est donc multiplié par un coefficient de 1,5, soit $1,5x$. Pour obtenir le délai, nous soustrayons le temps de parcours révélé multiplié par le coefficient 1,5 au temps de parcours révélé, soit $d = 1,5x - x$. Ainsi, un répondant indiquant sur son carnet de bord qu'il se rend en 30 minutes à son travail mettra, au palier 1 du scénario 2, 45 minutes. Il aura un délai de 15 minutes par rapport à son temps de parcours révélé. Le délai est également calculé au deuxième palier où le temps de parcours révélé est multiplié par un coefficient de 2 (+ 100%). Il est enfin calculé au troisième palier où le coefficient multiplicateur est de

3 (+ 200%). Dans notre exemple, le répondant qui a un temps de parcours révélé de 30 minutes, a un délai de 30 minutes au palier 2 du scénario 2 et d'une heure au palier 3 du scénario 2. Nous nous demandons alors à partir de combien de temps *en plus* les répondants de l'échantillon altèrent leur comportement. Autrement dit quelle est la valeur temporelle du seuil d'altération ?

Le graphique ci-après présente les résultats pour les déplacements contraints au second scénario qui donne des délais fixes (à la différence du scénario 1 où les délais varient selon les jours). Sur ce graphique, comme sur les graphiques précédents, le seuil d'altération correspond à l'intersection entre la courbe d'ajustement (de couleur claire) et la courbe d'altération (de couleur foncée) pour chacun des trois terrains d'étude. Sur l'axe des abscisses, les délais, inférieurs ou égaux à 1h30 (90% des cas) sont groupés en trois classes : jusqu'à 30 minutes de plus, entre 30 minutes et 1h de plus, entre 1h et 1h30 de plus.

Figure 33 - Seuils d'altération en fonction du délai au scénario 2, par terrain d'étude, pour les déplacements contraints.



Ce graphique est surprenant. Nous observons un seuil d'altération quasi-identique pour les trois terrains. Il semblerait que lorsque les temps de parcours dépassent 30 minutes de temps supplémentaire, les gens commencent à altérer leur comportement. Ainsi, le seuil d'altération des répondants, autrement dit leur seuil de tolérance à la congestion, se trouverait autour de 30 minutes supplémentaires. Cela voudrait dire que jusqu'à une demi-heure de temps supplémentaire, les répondants

réussissent à préserver leurs programmes d'activités, grâce à quelques ajustements : téléphoner, modifier l'heure de départ, changer d'itinéraire.

Les graphiques précédents montraient des répondants franciliens moins flexibles que les répondants paulistains et mumbaikars. Cette différence dans les comportements pourrait donc bien s'expliquer, en partie, par des degrés de congestion moins élevés en Île-de-France que dans les deux autres régions¹⁹³. Nous rappelons que dans la région de São Paulo, la durée moyenne d'un déplacement en voiture a augmenté de 30% en vingt ans (Metrô, 2007, cité au chapitre 3). Lors du jeu de simulation, il a fallu exercer plus longtemps la pression temporelle chez les répondants franciliens. Ce n'est qu'entre le palier 2 et le palier 3 du scénario 2 que les répondants atteignent le seuil des 30 minutes ou plus de temps supplémentaire à partir duquel ils altèrent leur comportement.

Confrontation de l'estimation du seuil d'altération à la littérature

Ces résultats, puisqu'ils s'appuient sur un échantillon non représentatif, ne peuvent être généralisés. Néanmoins, ils apparaissent cohérents avec les travaux d'E. Stern (2002) et de C. Weis et al (2010).

E. Stern (2002) a mené un questionnaire de préférences révélées auprès de 160 automobilistes de la région métropolitaine de Tel Aviv. E. Stern estime un seuil d'altération pour les déplacements contraints qui varie entre 30 minutes et une heure de temps en plus. Le seuil est moins élevé pour les déplacements non contraints (seuil variant jusqu'à 30 minutes).

Dans le cadre d'une enquête interactive de réponses déclarées à partir de carnets de bord, C. Weis et al (2010) ont interrogé 84 ménages, habitant le canton de Zurich, sur leurs stratégies d'adaptation à la modification des temps de parcours de

¹⁹³ Une autre explication pourrait venir de l'usage de l'information trafic en temps réel à laquelle les répondants franciliens déclarent avoir souvent recours, tout particulièrement au site Sytadin et aux panneaux à messages variables. H. Mahmassani et Y.-H. Liu (1999) montrent que la diffusion d'une information trafic en temps réel tendrait à davantage encourager les changements d'itinéraire que lorsque cette information n'existe pas. Cela pourrait expliquer, en partie, pourquoi les ajustements marginaux, et en particulier l'ajustement par le changement d'itinéraire, sont davantage choisis par les répondants en Île-de-France que dans la région de São Paulo où l'information trafic en temps réel est en cours de développement ou dans la région de Mumbai où elle est inexistante.

leurs déplacements, tous modes confondus (et pas seulement les déplacements en voiture). Leur scénario, qui se découpe en quatre paliers, est identique aux trois paliers de notre scénario 2 sur l'allongement des temps de parcours (+50%, +100% et +200%). Un quatrième palier consiste en une diminution de 50% du temps de parcours révélé. Les résultats montrent que les répondants déclarent être peu enclins à radicalement changer leur programme d'activités, en particulier à annuler des activités, même si leurs temps de parcours s'accroissent. Ils cherchent d'abord à réduire le temps passé au domicile avant d'annuler des déplacements non contraints puis des déplacements contraints. À partir de 90 minutes supplémentaires, les répondants altèrent leurs comportements de manière radicale (réduction du nombre d'activités et de leur durée). Dans notre enquête, nous relevons également un nombre croissant d'altérations radicales à partir de l'intervalle 60-90 minutes.

3. Conclusion du huitième chapitre

Résumons les résultats. Le principe d'une liste universelle d'un nombre réduit de stratégies d'adaptation est confirmé. Le recours au chauffeur à Mumbai fait plus figure de stratégie historique que d'exception. Les répondants font preuve d'une plus grande tolérance à la congestion dans le cas des déplacements contraints que dans le cas des déplacements non contraints. Les stratégies d'adaptation sont hiérarchisées en fonction de leur fréquence, laquelle dépend du niveau d'effort de changement demandé. Un niveau d'effort élevé concerne non seulement l'automobiliste mais aussi l'ensemble des membres du ménage. Dans le jeu, les répondants franciliens semblent moins flexibles que les autres répondants, car il leur faut dépasser le second palier du second scénario pour atteindre ce seuil. Enfin, le seuil d'altération, qui implique un effort de changement de la part des ménages, oscillerait autour de 30 minutes supplémentaires au temps de parcours révélé. Nous retrouvons une estimation quasi-identique du seuil d'altération d'une région métropolitaine à l'autre.

L'enquête qualitative a répondu au premier objectif défini en introduction de ce chapitre : réaliser un relevé aussi exhaustif que possible des stratégies mises en place par les ménages motorisés qui leur permettent, même dans des situations de congestion intense, de préserver leur budget temps de transport. Elle a également traité le second objectif, en estimant le seuil d'altération du comportement des ménages face à la congestion. Le chapitre suivant permettra, grâce à une enquête quantitative réalisée en Île-de-France, de valider les résultats de l'enquête qualitative sur la hiérarchisation des stratégies et sur les seuils d'altération.

CHAPITRE 9

—

ANALYSE APPROFONDIE DES MICRO-RÉGULATIONS EN ÎLE-DE-FRANCE

Ce chapitre s'inscrit dans le prolongement du chapitre précédent. Il présente un approfondissement des comportements des automobilistes franciliens, à travers la réalisation d'une enquête quantitative en Île-de-France.

L'enquête a deux objectifs. Le premier est de valider statistiquement les résultats de l'enquête qualitative. Le second est d'établir une typologie des automobilistes franciliens en fonction des variables explicatives de changement de comportement.

Nous présenterons d'abord la méthode d'enquête quantitative (1), suivie des résultats de validation de l'enquête qualitative (2) pour finir sur une typologie des comportements d'adaptation à la congestion automobile (3).

1. Présentation de l'enquête quantitative

L'enquête qualitative a établi une liste de réponses possibles à la congestion. À partir de cette liste, nous avons décidé de construire une enquête de choix déclarés sous la forme d'un questionnaire¹⁹⁴.

Par ailleurs, l'enquête qualitative a conclu sur une plus grande résistance des répondants à la congestion dans le cas des déplacements contraints que des déplacements non contraints. C'est pourquoi nous avons choisi d'étudier plus précisément les déplacements contraints et, tout particulièrement, les déplacements domicile-travail. Les moyens de la thèse restant limités en ressources humaines, temporelles et financières ; nous nous concentrons sur l'Île-de-France, comme terrain principal de la thèse.

Enfin, pour des raisons de coût, de réactivité et des multiples possibilités de programmation du questionnaire, le choix s'est imposé de réaliser un questionnaire *en ligne*, en utilisant Internet comme interface. Le recours à un questionnaire sur Internet a déjà été utilisé dans le cadre d'une étude sur les stratégies d'adaptation des automobilistes à des scénarios de tarification de la congestion et a apporté satisfaction aux auteurs (Arentze et al, 2004).

L'enquête a été menée au sein de la Direction de la Recherche de Renault¹⁹⁵. Le terrain s'est étalé du mercredi 24 novembre 2010 au vendredi 3 décembre 2010¹⁹⁶.

¹⁹⁴ Suite à une discussion menée avec des spécialistes du sujet, B. Faivre d'Arcier et P. Lejoux, chercheurs au Laboratoire d'Économie des Transports à Lyon (entretien le 22 juin 2009 à Lyon puis entretien téléphonique avec P. Lejoux le 25 mai 2010).

¹⁹⁵ Dans le cadre du financement CIFRE, nous avons été rattachée à cette direction de Renault.

¹⁹⁶ Pour réaliser cette enquête, nous avons bénéficié de l'expertise d'E. Delannoy, chargée d'études à la Direction de la Connaissance Client de Renault, que nous remercions. Nous avons aussi fait appel aux services d'A. Saurel, statisticienne à l'Institut de sondage SAWI, spécialisé dans les études en ligne. L'opportunité de réaliser l'enquête au sein de la Direction de la Recherche de Renault s'est présentée fin octobre 2010. La condition imposée par les responsables de la Direction de la Recherche était d'avoir fini l'enquête avant Noël 2010. Pour des raisons concernant les conditions de circulation, nous avons voulu éviter le mois de décembre où les courses de Noël entraînent davantage de circulation. Il a fallu agir vite. Le questionnaire a dû d'abord être validé par la Direction de la Connaissance Client de Renault puis il a été programmé par SAWI.

1.1 L'échantillon

La cible du questionnaire concerne les actifs résidant en Île-de-France, ayant un emploi dans la région et utilisant la voiture au moins une fois par semaine pour se rendre sur leur lieu de travail.

Au chapitre 3, nous avons souligné les disparités de comportements de déplacement entre les ménages motorisés parisiens et les ménages motorisés de petite et grande couronnes. Nous avons conclu que les ménages modestes vivant en grande couronne sont plus affectés par la congestion que les autres ménages franciliens. C'est pourquoi nous souhaitons constituer un échantillon représentatif, structuré à partir des zones de résidence.

Pour constituer l'échantillon, trois options sont envisageables. La première option est de s'appuyer sur les données des grandes enquêtes statistiques : soit les navettes domicile-travail comptabilisées par le recensement général de la population en 2006 (INSEE, 2006) ; soit les déplacements du domicile vers le lieu de travail fixe et habituel relevés par l'Enquête globale de transport de 2001 (DREIF, 2001). Parmi les 5,26 millions d'actifs résidant et travaillant en Île-de-France, 41% se rendent à leur lieu de travail en voiture. 13% de ces actifs automobilistes résident à Paris, 33% en petite couronne et 54% en grande couronne (INSEE, 2006). Sur les 2,5 millions de déplacements domicile-travail journaliers, 11% d'entre eux ont pour origine Paris, 35% la petite couronne et 54% la grande couronne (DREIF, 2001). Si nous respectons la structure de ces données, plus de la moitié de l'échantillon habiterait la grande couronne et un tiers la petite couronne. Le risque est que l'échantillon d'actifs parisiens soit trop petit pour avoir une valeur statistique.

La seconde option est de recourir à des quotas pour éviter le risque de sous-représentation de l'échantillon parisien. Il convient alors de définir des quotas par zone de résidence et par zone d'emploi puis de redresser ces quotas par rapport aux données du recensement général de la population de 2006.

Enfin, la troisième option est de radicaliser le système des quotas, en supprimant la petite couronne qui ne présente pas d'entité spatiale réellement distincte

et en ne gardant que la grande couronne et Paris dont on rehausse le poids¹⁹⁷. L'échantillon est ensuite redressé.

De prime abord, nous penchons pour la seconde option d'échantillonnage qui fait ressortir les liaisons domicile-travail. Cependant, avant de fixer l'échantillon, nous devons tenir compte de la manière dont nous recrutons les répondants. Nous avons décidé de les recruter en mettant en place une technique communément utilisée en entreprise pour les études clients. Il s'agit d'acheter des adresses mail de panélistes à des fournisseurs de panels. Un panéliste est un internaute qui, chaque fois qu'il répond à une enquête en ligne, est rétribué en chèques cadeaux ou en points de fidélité à utiliser ensuite dans différentes enseignes¹⁹⁸. Les fournisseurs de panels s'engagent à sélectionner des répondants qui correspondent à la cible. Le taux de réponses par enquête varie de 10% à 20%. Ainsi, il leur faut parfois contacter jusqu'à 10 panélistes pour en obtenir un qui entre dans la cible et qui termine le questionnaire. Les fournisseurs de panels disposent en général, dans leurs bases de données, d'informations sur le profil socioéconomique des panélistes (lieu de résidence, motorisation, etc.). Cela leur permet de limiter le nombre de réponses hors-cible.

Le recours aux panels ne nous permet pas de maîtriser totalement le recrutement des répondants, car les fournisseurs de panels gardent leurs bases de données secrètes. C'est pourquoi nous avons décidé de faire appel à deux des trois principaux fournisseurs de panels, Maximiles et Survey Sampling International (SSI). La réputation de Maximiles est d'avoir des panélistes à revenus plutôt élevés, résidant dans les zones centrales des grandes agglomérations et de sexe masculin. SSI est connu pour recruter plutôt des femmes de catégories sociales plus modestes qui participent à des sondages comme rémunération d'appoint. Ces variations dans le recrutement de panélistes ont été confirmées dans l'étude.

Nous avons finalement choisi de mixer les trois options d'échantillonnage envisagées. La partie de l'échantillon recrutée par SSI s'appuie sur le découpage donné par les grandes enquêtes statistiques (option 1), avec une radicalisation du nombre de répondants pour Paris (option 3). Ainsi, SSI s'est engagé à trouver 125

¹⁹⁷ Par exemple, sur un échantillon de 500 répondants, 200 seraient parisiens et 300 résideraient en grande couronne.

¹⁹⁸ Citons l'exemple du fournisseur de panel Maximiles qui récompense ses panélistes en points de fidélité utilisables ensuite chez Monoprix ou sur le site de Voyages-sncf.

actifs automobilistes résidant à Paris, 125 en petite couronne et 250 en grande couronne. Maximiles a dû trouver des quotas de 60 répondants pour chacune des 9 liaisons zone de résidence-zone d'emploi (option 2) : Paris-Paris, Paris-petite couronne, Paris-grande couronne, petite couronne-Paris, petite couronne-petite couronne, petite couronne-grande couronne, grande couronne-Paris, grande couronne-petite couronne et grande couronne-grande couronne.

Le remplissage des quotas a été, comme prévu, plus facile pour SSI. Les 3 derniers jours de terrain ont été dédiés à la recherche de répondants pour remplir le quota le plus rare, à savoir les actifs qui résident à Paris et se rendent à leur travail en grande couronne en voiture. Nous avons ouvert les quotas parisiens durant les dernières heures pour finir l'étude¹⁹⁹. 5 479 personnes ont ouvert le questionnaire. 4 412 ont été éliminées car elles étaient hors-cible. Parmi les personnes hors-cible, 150 n'habitaient pas l'Île-de-France, 41 ne travaillaient pas en Île-de-France, 642 n'avaient pas d'emploi et 2 553 n'utilisaient pas la voiture au moins une fois par semaine pour se rendre sur leur lieu de travail. Enfin 2 061 répondants ont été hors-quotas. Cela s'explique, en particulier, par la difficulté à remplir le quota Paris-grande couronne. Finalement, 1 067 personnes ont répondu à l'enquête. Parmi elles, 29,5% résident à Paris, 29,4% en petite couronne et 41,1% en grande couronne.

Afin d'obtenir un échantillon représentatif de la population des actifs résidant et travaillant en Île-de-France et se rendant sur leur lieu de travail en voiture, les résultats ont été pondérés. Le coefficient de pondération est obtenu à partir du fichier individualisé des déplacements domicile-travail du recensement général de la population en 2006 (INSEE, 2006). Le tableau ci-après présente les caractéristiques principales de l'échantillon avant et après le redressement. Les analyses qui suivent sont réalisées à partir de l'échantillon redressé.

¹⁹⁹ Les 14 entretiens manquants pour remplir le quota Paris-grande couronne ont pu être comblés par les entretiens de SSI.

Tableau 28 - Caractéristiques de l'échantillon, avant et après redressement (à partir des données du recensement général de la population réalisé par l'INSEE en 2006).

Entretiens	Base non pondérée	% non pondéré	Coefficient Pondération	Base pondérée	% pondéré
Total	1067	100%		1067	100%
Sexe					
Homme	575	53,9%	1,05	604	56,6%
Femme	492	46,1%	0,94	463	43,4%
Age					
< 30 ans	220	20,6%	0,90	198	18,5%
30-39 ans	393	36,8%	0,77	303	28,4%
40-49 ans	277	26,0%	1,10	305	28,6%
50-59 ans	146	13,7%	1,58	231	21,6%
60ans et plus	31	2,9%	0,98	30	2,8%
Profession*					
CSP +	733	68,7%	0,90	662	62,1%
CSP -	334	31,3%	1,2	405	37,9%
Zone de résidence					
Paris (75)	315	29,5%	0,25	78	7,3%
Petite couronne	314	29,4%	1,2	354	33,2%
Grande couronne	438	41,1%	1,5	635	59,6%

*Les « CSP + » regroupent les agriculteurs exploitants, les artisans, commerçants et chefs d'entreprise, les cadres et professions intellectuelles supérieures et les professions intermédiaires.

Les « CSP - » regroupent les employés et les ouvriers.

1.2 Structure du questionnaire et déroulement de l'enquête

Il est important que la passation du questionnaire dure moins de 10 minutes, à la fois pour des raisons d'attention du répondant et de coût facturé par les fournisseurs de panels.

Nous présentons le questionnaire, disponible en annexe 7. Les cinq premières questions permettent de filtrer les répondants et d'éliminer les répondants hors-cible. Elles portent sur le département de résidence, la situation professionnelle (avec emploi, en recherche d'emploi, sans activité professionnelle), le département d'emploi, le ou les modes de transport utilisés le plus fréquemment dans la semaine pour se rendre sur le lieu de travail. Nous obtenons deux catégories de répondants en fonction du mode de déplacement : les *automobilistes* et les *multimodaux*. Les automobilistes n'utilisent que la voiture pour les déplacements domicile-travail. Pour se rendre sur le lieu de travail, les multimodaux utilisent de préférence la voiture et

alternent avec un autre mode au moins une fois par semaine, ou bien ils utilisent un autre mode et alternent avec la voiture au moins une fois par semaine.

Une seconde série de questions permet de caractériser le trajet aller du déplacement domicile-travail (arrêts en chemin, horaires flexibles...). Les répondants notent ensuite le temps de parcours qu'ils mettent pour se rendre sur leur lieu de travail, au minimum, au maximum et en général, la plupart du temps. Ils notent également le temps du trajet du retour. Le temps de parcours mis à l'aller la plupart du temps est utilisé comme le *temps de parcours révélé* lors du jeu de simulation qui suit. La moyenne du temps de parcours mis en général à l'aller est de 36 minutes. C'est un peu plus que la durée moyenne d'un déplacement domicile-travail en voiture en Île-de-France, soit 30 minutes selon les relevés de l'Enquête globale de transport de 2001 (DREIF, 2001).

Tableau 29 - Moyenne des temps de parcours révélés des répondants.

	Moyenne aller	Moyenne retour
Au minimum	27 min	28 min
Au maximum	57 min	60 min
En général, la plupart du temps	36 min	37 min

Le jeu de simulation vient ensuite. Il est constitué, comme pour celui de l'EIRD, d'un premier scénario sur la variabilité des temps de parcours puis d'un second scénario sur l'allongement des temps de parcours. Trois paliers sont définis par scénario : +50% du temps de parcours révélé, +100% et +200%.

Une première page Internet affiche la règle du jeu suivante : « *Nous allons vous proposer 2 scénarios d'évolution des conditions de circulation automobile lors de vos déplacements domicile-travail en voiture. Il y aura 3 situations différentes par scénario.*

On suppose que la situation des transports en commun reste identique à celle d'aujourd'hui (même capacité, même fréquence qu'aujourd'hui, le temps de trajet reste identique). De même la situation de stationnement est la même et le prix du carburant ne change pas. Seules les conditions de circulation automobile se dégradent.

Nous vous demandons de lire attentivement chacune des 6 situations suivantes et de nous dire quel(s) seraient votre ou vos choix face à chacune de ces 6 situations. Actuellement pour vous rendre de votre domicile à votre travail, vous mettez en général x minutes environ en voiture. »

Les 6 pages Internet qui suivent (pour chacun des 3 paliers des 2 scénarios) se présentent comme les 6 cartes à jouer de l'EIRD. Des captures d'écran de ces pages Internet sont disponibles en annexe 8.

Le jeu de simulation du questionnaire en ligne diffère de celui de l'EIRD dans le choix des réponses. Dans l'EIRD, les réponses sont libres. Dans le questionnaire, une liste de 16 réponses possibles est imposée au répondant. Cette liste a été construite à partir des réponses relevées dans l'EIRD et présentées au chapitre précédent. S'ajoute une 17^{ème} réponse ouverte : « Autres (Merci de préciser) ».

La liste des réponses a été adaptée aux seuls déplacements contraints. Nous avons choisi de préciser les différents reports modaux envisageables (marche, vélo, scooter ou moto, transports en commun), comme l'ont fait les répondants franciliens de l'EIRD. On peut reprocher à la liste d'être un peu trop longue, avec le risque que les répondants ne la lisent pas entièrement et que seules les premières réponses soient systématiquement sélectionnées. La rotation aléatoire des réponses par répondant atténue en partie ce risque.

De même, pour réduire ce risque, nous avons contraint le répondant à cocher trois choix à chaque palier. Le répondant doit cocher un choix principal (choix 1) parmi les 17 réponses possibles (dont la réponse « autres » qu'il est obligé de préciser). Il lui reste 16 autres réponses possibles auxquelles s'ajoute la réponse « pas de choix supplémentaire ». Il doit alors choisir un choix 2, différent du choix 1, et un choix 3, différent des choix 1 et 2. Il peut néanmoins cocher en choix 2 et en choix 3 la réponse « pas de choix supplémentaire ». C'est seulement lorsque le répondant a fait ses trois choix qu'il peut passer au palier supérieur. Il ne peut pas revenir à un palier inférieur.

Le tableau ci-après présente la liste des réponses proposées aux répondants. Lors de l'analyse, les réponses sont regroupées en cinq classes : ajustement marginal, altération modale, altération temporelle, altération spatiale et altération radicale.

Tableau 30 - Liste des réponses proposées aux répondants.

Liste des réponses possibles avant rotation	Classement des réponses pour l'analyse
1 Je ne change rien	Ajustement marginal
2 Je pars plus tôt	
3 Je change d'itinéraire	
4 Je vais à pied	Altération modale
5 Je vais en vélo	
6 Je vais en scooter ou moto	
7 Je prends les transports en commun	
8 Je fais du covoiturage	Altération temporelle
9 Je réunis mes déplacements	
10 Je modifie mes horaires de travail	
11 Je réduis mon temps de présence à mon lieu de travail	Altération spatiale
12 Je fais demi-tour et ne vais pas à mon lieu de travail	
13 Je travaille chez moi (y compris télétravail)	
14 Je change de lieu de travail	Altération radicale
15 Je change d'emploi	
16 Je change de lieu de résidence	
17 Autres (Merci de préciser)	
18 <i>Pas de choix supplémentaire</i>	

Le questionnaire s'achève sur une série de questions permettant de connaître les difficultés ou non de stationnement du répondant et son profil socio-économique (âge, sexe, catégorie socioprofessionnelle et situation familiale, motorisation, taille et revenu du ménage auquel il appartient).

2. Validation des résultats de l'enquête qualitative : hiérarchisation des stratégies et seuil d'altération

Avant de présenter les résultats, nous évoquons deux points qui ont suscité une interrogation.

1) Quelles sont les conséquences de la décision prise, sur recommandation de la Direction de la Connaissance Client de Renault, d'obliger les répondants à choisir trois réponses par palier, avec la possibilité de cocher la réponse « pas de choix supplémentaire » pour les choix 2 et 3 ?

2) Comment s'assurer que les répondants ne répondent pas n'importe quoi, alors qu'à la différence de l'EIRD, il n'y a pas d'enquêteur pour s'assurer de la cohérence des réponses ?

Nous reprenons le premier point. Différents tests d'analyse font ressortir qu'il est plus intéressant d'étudier seulement les réponses au choix 1 et non pas le cumul des réponses aux 3 choix car cela donne certaines incohérences. Par exemple, certains répondants cochent en choix principal « je pars plus tôt », en choix 2 « je change d'itinéraire » et en choix 3 « je ne change rien ». Faut-il comprendre que la personne ne change rien de plus en choix 3 par rapport aux choix 1 et 2 ? Néanmoins, cette décision de faire cocher 3 choix a l'avantage d'obliger les répondants à lire toute la liste pour savoir quoi répondre. Nous observons, au fur et à mesure du déroulement du jeu, un usage plus important de l'option « pas de choix supplémentaire ». Est-ce à cause de la contrainte croissante qui s'exerce au fur et à mesure des scénarios ou bien cela révèle-t-il un apprentissage du jeu ? Afin de supprimer toute ambiguïté dans l'analyse, nous choisissons pour l'ensemble des résultats présentés ci-après de ne travailler que sur le choix 1.

Regardons maintenant le second point. Nous voulons vérifier qu'il n'y a pas d'incohérence dans le choix des réponses entre les deux scénarios. Pour cela, nous examinons les altérations radicales sélectionnées au palier 3 (+200%) de chacun des deux scénarios. Les altérations radicales passent de 8,8% des réponses du choix 1 au palier 3 du scénario 1 à 14,9% des réponses du choix 1 au palier 3 du scénario 2. Si

nous prenons en compte, non plus les réponses au choix 1, mais les réponses aux trois choix, nous passons de 21,7 à 28,6%. 77% des personnes ayant cité une altération radicale en choix 1 au palier 3 du scénario 1 le font également en choix 1 au palier 3 du scénario 2. Ce chiffre grimpe à 88% lorsque les trois choix sont considérés. Par contre, sur les 231 personnes ayant déclaré au moins une altération radicale à l'un des trois choix au palier 3 du scénario 1, 29 d'entre elles ne sélectionnent aucune altération radicale parmi les trois choix au palier 3 du scénario 2. Les réponses de ces 29 personnes paraissent incohérentes, mais elles ne représentent que 2,7% des répondants. Nous pouvons conclure que les réponses sont très majoritairement cohérentes.

Nous examinerons d'abord la distribution des réponses par type d'altération afin de voir si la hiérarchie des stratégies est respectée. Puis nous nous concentrerons sur les seuils d'altération.

2.1 La hiérarchie des réponses

L'analyse des réponses de l'EIRD a permis de conclure sur une hiérarchie des réponses en fonction de leur fréquence, laquelle dépend de l'effort requis pour les mettre en place. Les résultats de l'EIRD concernant les déplacements contraints ont montré que, toutes réponses confondues, les stratégies les plus sollicitées sont les stratégies d'ajustement marginal, suivies des stratégies d'altération modale puis temporelle et spatiale et enfin des stratégies d'altération radicale.

Le tableau ci-après présente la distribution, en pourcentage et par classe, des réponses cochées au choix 1. Nous examinons d'abord les réponses de l'ensemble des répondants, puis les réponses données en fonction de la zone de résidence des répondants (Paris, petite couronne, grande couronne) et du mode de déplacement (automobilistes, multimodaux). Nous rappelons que les *automobilistes* sont les répondants qui utilisent exclusivement la voiture pour les déplacements domicile-travail. En dehors des déplacements domicile-travail, 30% de ces répondants utilisent les transports en commun plusieurs fois par mois, 46% une à trois fois par an et près d'un quart n'utilise jamais les transports en commun. Les *multimodaux* sont des

usagers qui, pour se rendre au travail, alternent entre la voiture et un autre mode de transport.

Chacun des 1 067 répondants a coché, pour chaque palier, une réponse en choix 1. Ce qui correspond à 6 réponses en choix 1 par répondant ou une base de 6 402 réponses. La lecture du tableau ci-dessus permet de déduire que la hiérarchie des réponses, établie à partir des résultats de l'EIRD, est, d'une manière générale, respectée. Les ajustements marginaux dominant (47% des réponses), suivis des altérations modales (28%) puis temporelles (9%) et spatiales (9%) et enfin des altérations radicales (7%).

Tableau 31 - Fréquence des réponses par classe, suivant la zone de résidence puis le mode de transport dominant (données redressées).

	Tous	Paris	PC*	GC*	Auto**	Multi**
<i>Sc 1 et 2</i>	<i>n=6402</i>	<i>n=6402</i>			<i>n=6402</i>	
Ajustement marginal	47%	33%	46%	50%	63%	31%
Altération	46%	61%	47%	43%	30%	62%
<i>modale</i>	28%	42%	31%	26%	12%	46%
<i>temporelle</i>	9%	10%	9%	8%	10%	7%
<i>spatiale</i>	9%	9%	8%	9%	8%	9%
Altération radicale	7%	6%	7%	8%	8%	7%

* PC = petite couronne, GC = grande couronne

** Auto = automobilistes, Multi = multimodaux

Regardons maintenant les réponses données par les répondants en fonction de la zone de résidence. Nous observons un décrochage des répondants parisiens qui privilégient les altérations modales aux ajustements marginaux. Ce même décrochage est observé pour les multimodaux, alors que la distribution des réponses des automobilistes est proche de celle observée dans l'EIRD.

Les répondants, lorsqu'ils résident à Paris ou n'utilisent pas la voiture de manière exclusive pour se rendre à leur travail, semblent davantage adopter un comportement d'altération modale face à la congestion.

2.2 Des seuils d'altération qui varient selon les répondants ?

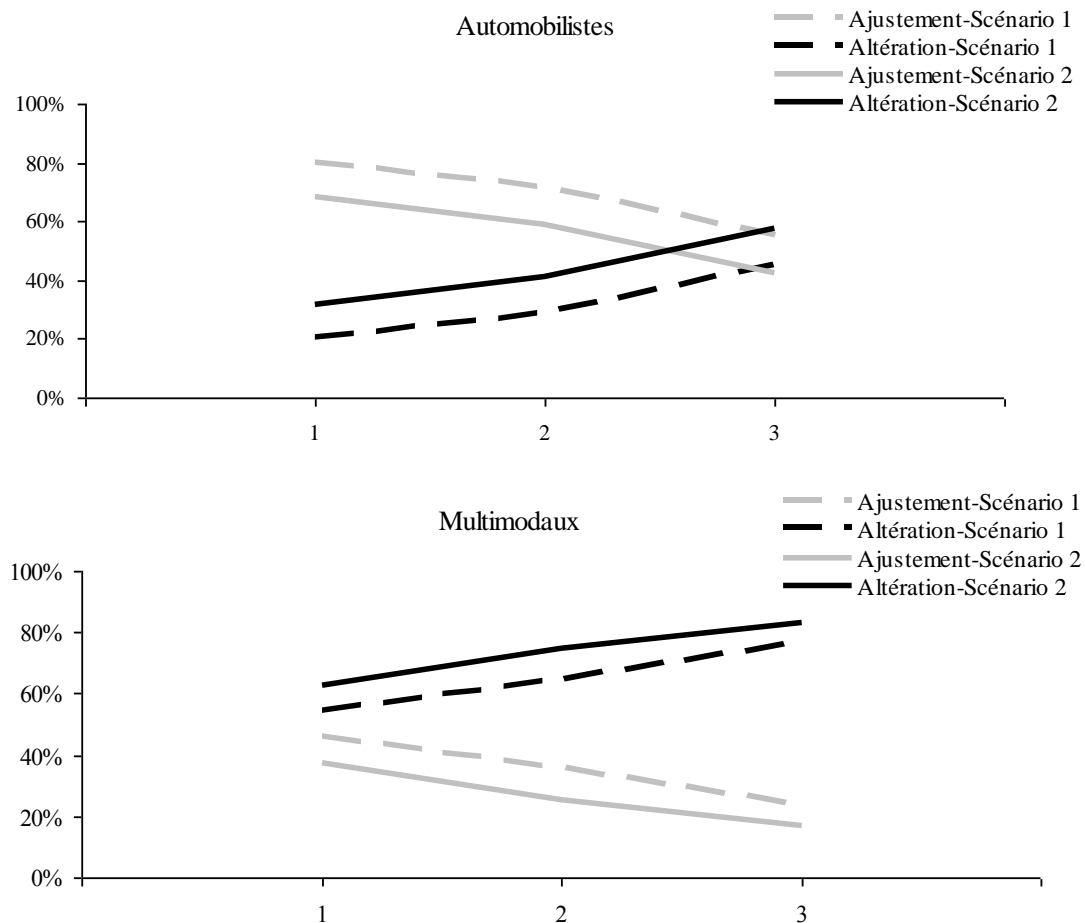
Jusqu'à ce stade de l'analyse, nous n'avons pas distingué les réponses données au premier scénario de celles données au second scénario. Nous n'avons pas non plus examiné la progression des réponses en fonction des paliers.

Nous nous demandons à partir de quel palier les répondants choisissent majoritairement des stratégies d'altération. Ce palier est-il le même d'un scénario à l'autre et d'un répondant à l'autre ?

Nous commençons par distinguer le comportement des automobilistes du comportement des multimodaux, avant d'approfondir la réflexion sur les automobilistes en fonction de leur zone de résidence.

Les graphiques ci-après sont à lire comme ceux proposés lors de l'analyse de l'EIRD au chapitre précédent. Le seuil d'altération correspond à l'intersection entre la courbe d'ajustement (de couleur claire) et la courbe d'altération (de couleur foncée). Les courbes d'ajustement et d'altération du scénario 1 sur la variabilité des temps de parcours sont dessinées en pointillé. Les courbes d'ajustement et d'altération du scénario 2 sur l'allongement du temps de parcours sont marquées d'un trait plein.

Figure 34 - Seuils d'altération en fonction des paliers par scénario pour les automobilistes et les multimodaux (données redressées).

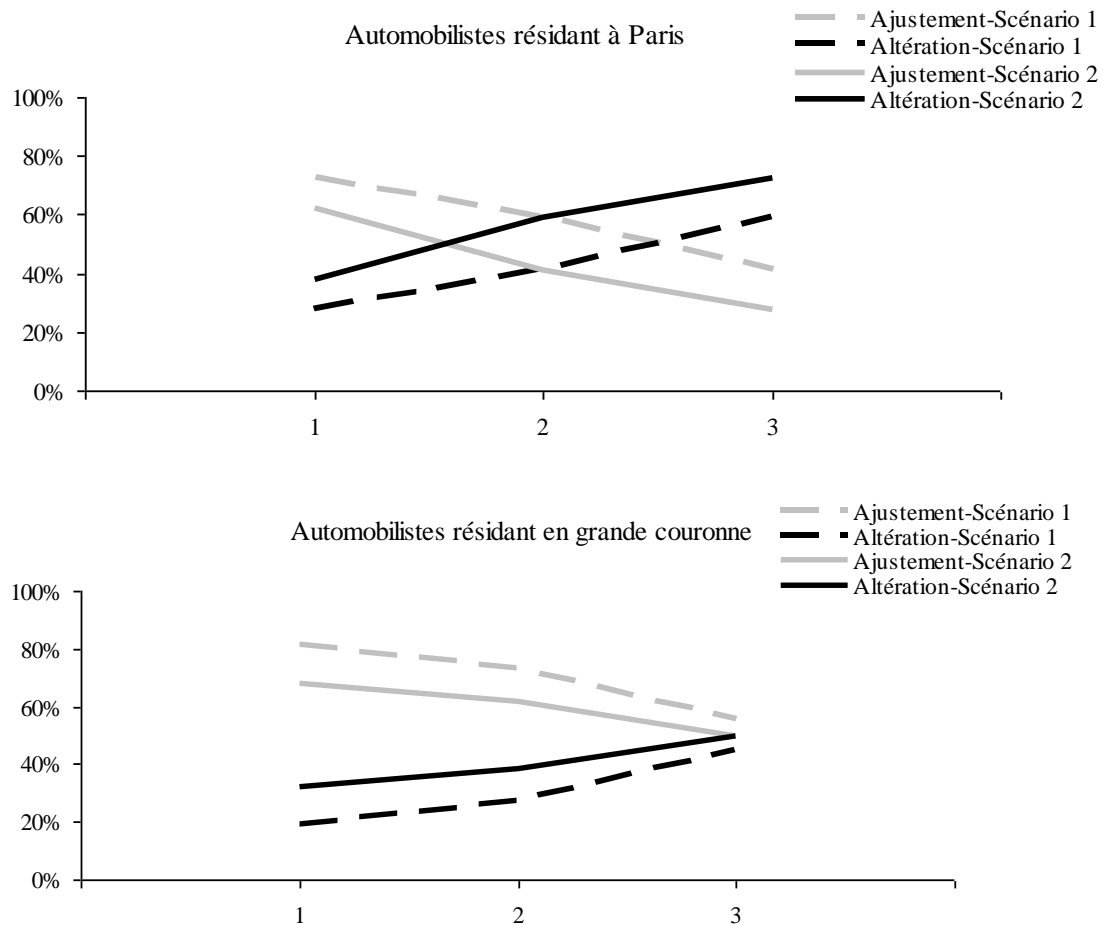


Nous nous arrêtons sur les réponses des automobilistes en choix 1 du scénario 1 sur la variabilité des temps de parcours. Nous remarquons que les stratégies d'altération ne commencent à dominer qu'au-delà du palier 3. Au scénario 2 sur l'allongement des temps de parcours, les automobilistes atteignent leur seuil d'altération entre le palier 2 et le palier 3. La situation diffère pour les multimodaux. Les stratégies d'altération l'emportent sur les stratégies d'ajustement avant même les paliers 1 du scénario 1 et du scénario 2. Nous concluons que les automobilistes ont un seuil de tolérance à la congestion plus élevé que les multimodaux. Le comportement des automobilistes se rapproche du comportement des répondants franciliens dans l'EIRD. Nous remarquons également que, comme dans l'EIRD, le seuil d'altération des automobilistes au scénario 1 est plus élevé que le seuil d'altération au scénario 2. Cela ne paraît pas, de prime abord, conforme à la littérature selon laquelle les répondants seraient plus sensibles à la variabilité des temps de parcours qu'aux temps

de parcours. Pour expliquer cette apparente contradiction, nous reprenons la démonstration détaillée dans le chapitre précédent.

Nous poursuivons le raisonnement sur le comportement des automobilistes selon leur zone de résidence, à travers la lecture des graphiques ci-dessous.

Figure 35 - Seuils d'altération en fonction des paliers par scénario pour les automobilistes résidant à Paris et en grande couronne (données redressées).



L'hypothèse selon laquelle il existe une réelle différence de comportement selon que les automobilistes habitent Paris ou la grande couronne est confirmée. Le seuil d'altération du comportement des automobilistes parisiens à la congestion se situe entre le palier 2 et le palier 3 au scénario 1. Il se situe entre le palier 1 et le palier 2 au scénario 2. Les automobilistes résidant en grande couronne ne commencent, en moyenne, à altérer leur comportement qu'au-delà du palier 3 au scénario 1 et au palier 3 au scénario 2.

Nous concluons que les automobilistes de grande couronne ajustent, tant qu'ils le peuvent, leur comportement, à la différence des automobilistes parisiens qui apparaissent beaucoup plus flexibles, surtout dans le cas du second scénario. Cette résistance des automobilistes de grande couronne s'explique-t-elle parce qu'ils ne sont pas affectés par la congestion (temps de parcours révélé court et donc délai dû à la congestion qui reste supportable) ou parce qu'ils n'ont pas d'autre alternative à la voiture (pas ou peu de transports en commun) ?

2.3 Mesurer le seuil d'altération

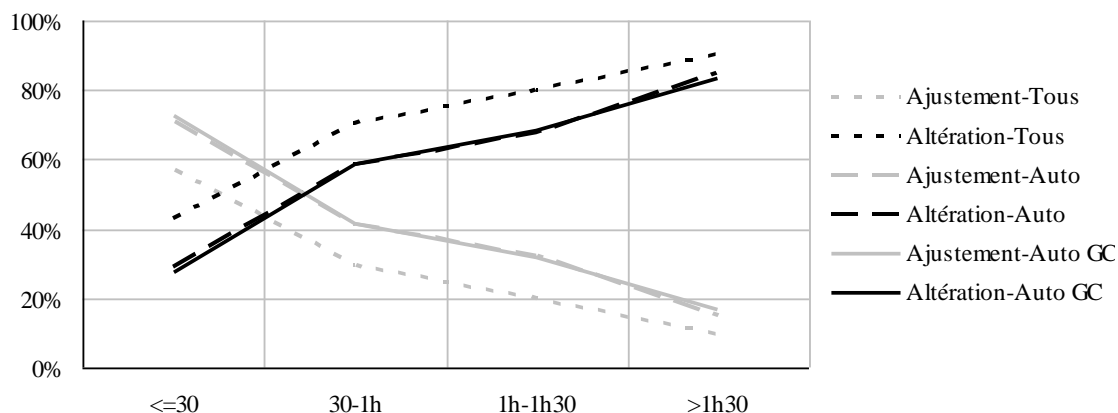
Au chapitre précédent, nous avons estimé que le seuil d'altération équivaut à un délai d'environ 30 minutes supplémentaires qui s'ajoute au temps de parcours révélé. Nous cherchons à valider cette estimation. Comme dans le cas de l'EIRD, nous nous concentrons sur le scénario 2 qui propose des temps supplémentaires fixes (contrairement au scénario 1 dont le principe est que le délai varie suivant les jours).

Le graphique ci-dessous présente les réponses des répondants au scénario 2. Comme pour les graphiques présentés ci-dessus, le seuil d'altération correspond à l'intersection entre la courbe d'ajustement (de couleur claire) et la courbe d'altération (de couleur foncée). Sur l'axe des abscisses, les temps supplémentaires sont groupés en classes : jusqu'à 30 minutes, entre 30 minutes et une heure, entre une heure et une heure et demi, plus d'une heure et demi. Nous avons choisi de présenter les résultats de l'ensemble des répondants, puis des automobilistes et enfin des automobilistes résidant en grande couronne, qui semblent particulièrement résistants à la congestion.

Pour l'ensemble des répondants, nous notons un seuil d'altération inférieur à nos estimations : les répondants, dans leur ensemble, commencent à altérer, modérément, leur comportement dès 15 minutes de temps en plus. Entre 60 et 90 minutes de temps en plus, les répondants altèrent radicalement leur comportement. Le seuil d'altération est plus élevé pour les automobilistes que pour les répondants dans leur ensemble. Il dépasse légèrement nos estimations proposées au chapitre précédent. Il en est de même pour les automobilistes résidant en grande couronne. Ce seuil

d'altération varie entre 30 minutes et une heure, ce qui correspond aux travaux d'E. Stern (2002).

Figure 36 - Seuils d'altération au scénario 2, en fonction du délai, pour tous les répondants (« Tous »), les automobilistes (« Auto ») et les automobilistes résidant en grande couronne (« Auto GC ») (données redressées).



Nous regardons maintenant non plus le délai, c'est-à-dire le temps supplémentaire qui s'ajoute à chaque palier au temps de parcours révélé, mais le temps de parcours tel qu'il est présenté dans l'intitulé de la question à chaque palier du jeu. Il s'agit du temps de parcours révélé multiplié par un coefficient de 1,5, de 2 puis de 3. Cette analyse sur les temps de parcours pendant le jeu permet de prendre en compte les temps de parcours révélés dont la durée est déjà importante. Le tableau ci-après présente le pourcentage de stratégies en fonction du temps de parcours donné dans l'intitulé de la question à chaque palier.

Tableau 32 - Seuils d'altération au scénario 2, en fonction du temps de parcours durant le jeu, pour tous les répondants (données redressées).

	<=30min	30min-1h	1h-1h30	1h30-2h	>2h
Ajustement marginal	72%	54%	34%	20%	17%
Altération modale	16%	26%	37%	42%	35%
Altération temporelle	4%	12%	10%	10%	8%
Altération spatiale	5%	5%	9%	13%	16%
Altération radicale	3%	3%	10%	15%	24%

Les ajustements marginaux deviennent minoritaires au-delà d'une heure de déplacement pour se rendre au travail. La constance des budgets temps de transport qui, selon les travaux d'Y. Zahavi, tourne autour d'une heure trente par jour dans les

grandes villes se retrouve bien ici. Au-delà de deux heures de déplacement (aller-retour domicile-travail), il devient nécessaire, pour l'individu moyen résidant en Île-de-France et utilisant au moins une fois par semaine sa voiture, de ne plus seulement ajuster mais altérer son comportement de déplacement. Les stratégies modales deviennent compétitives à partir d'un déplacement domicile-travail d'une heure ou plus. Cela signifie que pour un déplacement domicile-travail de moins d'une heure, il est souvent plus intéressant de prendre la voiture que les transports en commun. Les stratégies radicales, malgré l'effort important que leur mise en place suscite, atteignent 10% des réponses dès que le temps de parcours pour se rendre au travail dépasse une heure.

Les résultats, que nous venons de présenter, montrent bien qu'il existe des différences dans les comportements d'adaptation à la congestion qui tiennent au mode de déplacement et, probablement aussi, à la zone de résidence. D'autres variables ressortent-elles de l'analyse ? Serviraient-elles à établir une typologie des comportements d'adaptation des actifs franciliens à la congestion ?

3. Typologie des comportements d'adaptation à la congestion

Les stratégies d'adaptation à la congestion sont dynamiques. Elles dépendent à la fois des alternatives que le répondant considère comme faisables et de la connaissance qu'il a acquise par l'habitude d'être pris dans les embouteillages ou par des médias extérieurs (Stern, 1998). D'autres variables explicatives de changement peuvent être avancées. Formant ce que B. Faivre d'Arcier (2008) appelle « l'univers de choix », elles se décomposent en trois catégories de variables : les *variables de contexte* (localisations résidentielle et d'emploi, dessertes routières et en transports en commun, information trafic disponible...), les *variables socio-économiques* (sexe, âge, revenus, statut de l'emploi...) et les *variables individuelles* (attitude à l'égard de la voiture, à l'égard des transports en commun...). Parmi ces variables, quelles sont celles qui permettent de caractériser des types de comportement de déplacement face à la congestion automobile ?

Une typologie des comportements de déplacement face à la congestion automobile a été réalisée, sous la forme d'une Analyse à Composantes Multiples, suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique. Les modalités actives correspondent aux réponses données en choix 1 à chacun des trois paliers des deux scénarios. Les variables illustratives correspondent aux réponses à toutes les autres questions du questionnaire.

Une première typologie a été faite, en prenant en compte les réponses des 1 067 répondants. À cette *typologie générale* s'ajoute une seconde qui se centre sur les réponses des *automobilistes*, soit 546 répondants (478 répondants dans l'échantillon brut). Comme nous le remarquons dans le tableau ci-après, les classes sont les mêmes d'une typologie à l'autre. Seuls les effectifs par classe varient, en particulier ceux concernant la classe de l'altération modale.

Tableau 33 - Présentation des classes de la typologie générale et de la typologie centrée sur les automobilistes (données redressées).

Modalités	Ajustement marginal	Altération modale	Altération temporelle	Altération spatiale	Altération radicale
Variables illustratives surreprésentées	Liaison GC-GC CSP -	Paris	CSP +	CSP +	Longs trajets
Typologie générale	Classe 5	Classe 1	Classe 4	Classe 3	Classe 2
1 067 répondants	492	278	87	92	118
	46%	26%	8%	9%	11%
Typologie des automobilistes	Classe 2	Classe 4	Classe 1	Classe 5	Classe 3
546 répondants	337	62	56	52	39
	62%	11%	10%	10%	7%

La typologie n'a pas de vertu explicative. Elle cherche à regrouper en classe les répondants qui adoptent des comportements similaires. Nous détaillons chacune des cinq classes de la typologie générale en fonction de la modalité active qui domine la classe.

3.1 Présentation des classes de la typologie générale

(1) L'ajustement marginal : des résidents de grande couronne peu touchés par la congestion (classe 5)

Cette classe est la plus importante en termes d'effectifs (46% des répondants). 96% des ajustements marginaux au palier 3 du scénario 2 se trouvent dans cette classe.

Quel est le profil des répondants qui appartiennent à cette classe ? Il s'agit principalement de répondants qui résident ou travaillent en grande couronne, (respectivement 64% et 53% de la classe). 62% de ceux qui font la liaison grande couronne à grande couronne se trouvent dans cette classe.

Ce sont principalement des automobilistes (70% de la classe). Les trois quarts d'entre eux n'utilisent pas les transports en commun pour se rendre à leur lieu de travail, parce que la durée de trajet est plus longue. Près d'un quart de la classe déclare même ne jamais utiliser les transports en commun pour des motifs non professionnels.

Leurs temps de parcours sont souvent courts. 52% de la classe a un temps de parcours révélé qui varie entre 10 et 20 minutes.

Les catégories sociales modestes (CSP-) sont davantage représentées (44% des répondants de la classe contre 33% en moyenne). 52% des employés se trouvent dans cette classe.

(2) L'altération modale : des multimodaux qui travaillent ou résident à Paris (classe 1)

Cette classe regroupe 26% de l'échantillon. 67% des altérations modales au palier 3 du scénario 2 se trouvent dans cette classe.

Les répondants de cette classe travaillent plus souvent à Paris qu'en moyenne (42% des emplois dans la classe se trouvent à Paris contre 25% en moyenne). Ils habitent aussi à Paris plus souvent qu'en moyenne et la moitié des liaisons Paris-Paris se retrouve dans cette classe.

La classe se compose à 44% de personnes ayant privilégié les transports en commun comme mode de transport utilisé le plus fréquemment pour se rendre à son lieu de travail, devant la voiture (41%). 91% des répondants de la classe ont la possibilité de se rendre en transports en commun sur leur lieu de travail, et 92% de ces répondants déclarent utiliser les transports en commun en dehors de leurs déplacements domicile-travail (dont 41% au moins une fois par semaine). Ces résultats soulignent le cas particulier de Paris en termes de motorisation et d'usage de l'automobile (Dupuy, 2011, p. 7).

(3) L'altération temporelle : des catégories sociales aisées (CSP +) qui adaptent leurs horaires (classe 4)

L'effectif de la classe est plus modeste (8% des répondants). La classe regroupe des personnes qui appartiennent à des catégories socioprofessionnelles supérieures (73% de la classe) et dont les horaires de travail sont flexibles (71% de la classe).

L'âge moyen des répondants de cette classe est plus élevé (44 ans contre 41 ans en général).

(4) L'altération spatiale : des catégories sociales aisées (CSP +) qui résident loin de leur travail et qui peuvent télé-travailler (classe 3)

Les effectifs de cette classe sont du même ordre que la classe précédente. Le profil des répondants de cette classe est également proche. Ce sont des personnes qui appartiennent à des catégories socioprofessionnelles supérieures (82% de la classe) et qui sont un peu plus âgées que la moyenne (43 ans contre 41 ans).

Ces personnes vivent loin de leur lieu de travail. Près d'un quart habite à plus de 30 kilomètres et 60% de la classe met plus de 30 minutes en moyenne pour se rendre sur son lieu de travail. Le temps moyen de parcours révélé de cette classe est de 46 minutes. Les trois quarts de la classe peuvent travailler depuis chez eux et un tiers de la classe le fait au moins une fois par semaine.

(5) L'altération radicale : des actifs aux longs trajets qui "craquent" (classe 2)

Elle regroupe 11% des répondants. 92% des répondants de cette classe déclarent une altération radicale au palier 3 du scénario 2. Ils sont déjà près de la moitié à opter pour une altération radicale au palier 1 du scénario 2.

Ces répondants se caractérisent par des temps de parcours révélés longs et des distances parcourues importantes. Plus de 50% des répondants ont un temps de parcours révélé supérieur à 45 minutes et un quart supérieur à 60 minutes. Le temps moyen de parcours révélé à l'aller est de 56 minutes et au retour de 57 minutes. Un tiers de la classe parcourt plus de 30 kilomètres pour se rendre à son travail.

Ils sont un peu plus jeunes que la moyenne (âge moyen de 38 ans contre 41 ans en moyenne). Ils appartiennent aussi davantage aux CSP – que la moyenne (44% des répondants de la classe contre 33% en moyenne).

La classe de l'altération radicale est la classe de ceux qui ont déjà atteint leur budget temps de transport, avant même que le jeu ne commence, et qui "craquent" dès que la congestion s'accroît. Contrairement aux deux classes précédentes, ils n'ont pas l'âge ni l'expérience qui leur permettent d'échapper à la congestion grâce à des altérations temporelles (horaires flexibles) ou spatiales (télétravail).

Ces réflexions s'accordent avec les travaux de l'équipe d'H. Mahmassani. H. Mahmassani et G.-L. Chang (1986) ont montré, à partir de simulations en laboratoire, que les usagers qui habitent loin de leur travail sont plus tolérants à la

congestion, non pas parce que ces usagers sont différents des autres mais parce qu'il s'agit d'une réaction des usagers face aux fluctuations de l'infrastructure qui se multiplient avec la distance. En continuité avec ces travaux, H. Mahmassani et Y.-H. Liu (1999) soulignent que les automobilistes plus âgés tendent à tolérer des temps de parcours domicile-travail plus longs que les automobilistes plus jeunes, tout comme les femmes. Si notre étude ne fait pas ressortir de réelle différence de comportement entre les hommes et les femmes, elle présente des conclusions similaires sur l'éloignement domicile-travail et l'âge. Néanmoins, nous estimons qu'à partir d'un certain seuil temporel, les usagers finissent par radicalement altérer leur comportement. Ceux qui habitent loin et sont plus résistants à la congestion (classe de l'altération spatiale) sont aussi plus âgés. Nous pensons que l'âge va de pair avec une certaine expérience et/ou responsabilité professionnelle et permet de résister davantage à la congestion.

3.2 Les typologies font ressortir le rôle du territoire

À partir des deux typologies, nous décidons de créer un indicateur pour mesurer la différence de comportement entre les automobilistes, autrement dit ceux que l'on peut considérer comme dépendants de l'automobile dans leurs déplacements domicile-travail, et l'ensemble des répondants. Cet indicateur se présente comme le rapport entre le pourcentage de répondants de la typologie « automobilistes » sur le pourcentage de répondants de la typologie générale pour chacune des cinq classes. Nous reprenons le tableau précédent qui présente les classes des deux typologies. Puis nous regardons la classe des ajustements marginaux. Elle est composée de 62% d'automobilistes (typologie « automobilistes ») et 42% de répondants (typologie générale). Lorsque nous rapportons 62% d'automobilistes sur 42% de répondants, nous obtenons un rapport de 1,35.

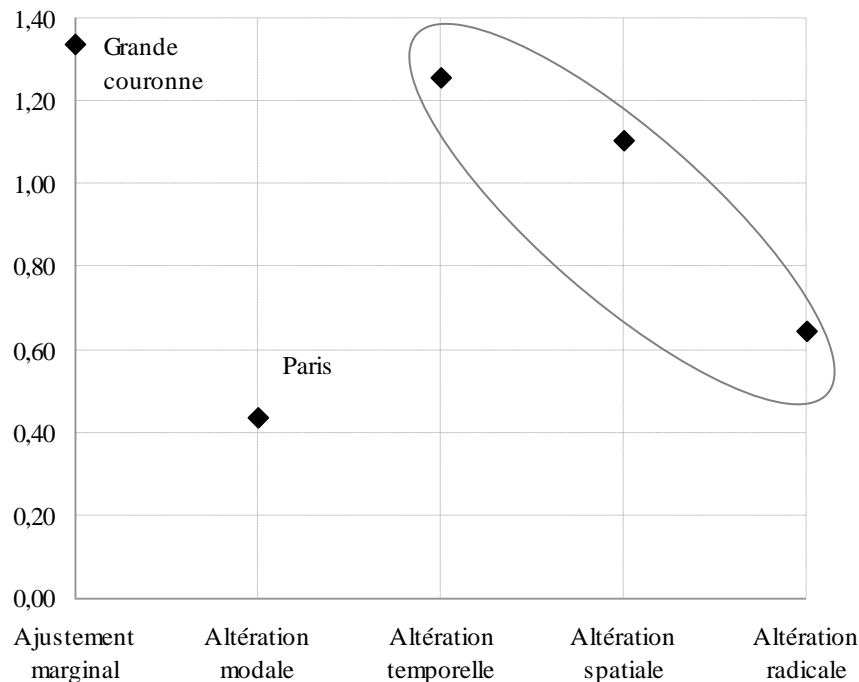
Le graphique ci-après présente les résultats. Les cinq classes de stratégies d'adaptation sont disposées en abscisse. Leur disposition respecte la hiérarchisation des réponses selon l'effort que suscite le changement de comportement. Tout à gauche, se trouve l'ajustement marginal puis viennent l'altération modale, l'altération

temporelle, l'altération spatiale, et enfin l'altération radicale. En ordonnée, nous avons le résultat du rapport pour chacune des cinq classes.

Quand le résultat est égal à 1, les automobilistes réagissent comme l'ensemble des répondants. Quand le résultat est supérieur à 1, ils sont davantage dépendants de l'automobile. Quand le résultat est inférieur à 1, ils le sont moins.

Le résultat concernant l'altération spatiale est proche de 1. Il est encadré par les résultats concernant l'altération temporelle et l'altération radicale. Nous observons un décrochage de l'ajustement marginal, caractérisé par une surreprésentation d'actifs résidant et/ou travaillant en grande couronne, et surtout de l'altération modale, caractérisée, cette fois, par une surreprésentation d'actifs résidant et/ou travaillant à Paris.

Figure 37 - Rapport par classe entre la typologie “automobilistes” et la typologie générale.



De la lecture de ce graphique, nous concluons que le territoire joue un rôle important dans la compréhension des stratégies d'adaptation à la congestion automobile des actifs franciliens. Les automobilistes résidant et/ou travaillant à Paris sont prêts à changer de mode, car l'alternative modale est compétitive. Les autres automobilistes, dont la majorité d'entre eux n'est pas concernée par des liaisons avec Paris, tendent à préserver l'usage de la voiture dans des situations de congestion croissantes.

4. Conclusion du neuvième chapitre

L'étude quantitative conclut sur trois grandes familles de comportements des automobilistes franciliens face à la congestion automobile.

Soit ils ont des temps de parcours domicile-travail relativement courts. Ils disposent d'une marge d'adaptation temporelle d'une demi-heure environ mais qui peut aller jusqu'à une heure de temps en plus (seuil d'altération).

Soit ils ont des temps de parcours longs mais disposent d'une certaine marge de manœuvre dans l'organisation de leur vie professionnelle et donc dans leur programme d'activités. Ils résistent grâce à des altérations spatiales et/ou temporelles : télétravail, modifications des horaires de travail, etc.

Soit ils pâtissent de la congestion car ils n'ont ni marge temporelle ni marge organisationnelle. Ils ajustent, tant qu'ils le peuvent, leur comportement jusqu'au moment où ils sont contraints de le modifier radicalement. Les ménages motorisés les plus vulnérables à la congestion apparaissent comme des ménages plutôt jeunes, qui résident en petite ou grande couronne et qui, surtout, ont des temps de parcours révélés longs (près d'une heure en moyenne).

Depuis trente ans, la médiane et la moyenne des déplacements domicile-travail des actifs franciliens sont restées stables, autour de 30 minutes. Durant la même période, la métropole francilienne s'est étendue et les distances au travail ont plus que doublé. Cette stabilité des temps de parcours domicile-travail pourrait s'expliquer par l'existence d'« un seuil de tolérance en termes de temps d'accès au travail constitutif à part entière d'un mode de vie métropolitain » (Massot, 2010, p. 13). Même quand le contexte semble particulièrement défavorable - et le jeu de simulation a pu mettre en scène des situations difficiles-, la plupart des actifs franciliens arrive à trouver des arrangements à court terme (ajustements marginaux) ou à plus long terme (altérations modales, temporelles ou spatiales) pour maintenir le mode de vie choisi. Une petite partie d'entre eux, néanmoins, se trouve obligée de modifier radicalement son mode de vie, en changeant de lieu de travail et/ou de lieu de résidence. Le choix d'opter pour des altérations radicales pourrait avoir des conséquences en termes de dynamiques spatiales.

Néanmoins, ces conséquences sont à considérer avec précaution. Nous rappelons que tant l'enquête interactive de réponses déclarées que le questionnaire reposent sur une technique de jeu de simulation. Leurs résultats n'expriment pas la réalité mais dessinent une tendance.

Au terme de ces deux enquêtes, nous concluons que les ménages motorisés sont sensibles à la congestion automobile car, en allongeant leur temps de parcours, ou, plus encore, en augmentant la variabilité de leur temps de parcours, la congestion affecte leur schéma de déplacement, leur programme d'activités, voire leur qualité de vie. Les ménages réagissent en s'adaptant.

Les stratégies d'adaptation des ménages se déclinent ainsi en plusieurs « lois comportementales » :

- Tout d'abord, les ménages ont, à leur disposition, un nombre limité de stratégies d'adaptation (15). Il s'agit d'une « liste universelle » de stratégies qui se retrouve dans tous les terrains, malgré les contrastes culturels. L'une d'entre elles, le recours au chauffeur à Mumbai, fait plus figure de stratégie historique que d'exception.

- Les répondants sont plus tolérants à la congestion dans le cas des déplacements contraints que dans le cas des déplacements non contraints.

- Les stratégies d'adaptation sont hiérarchisées en fonction de leur fréquence, laquelle dépend du niveau d'effort de changement demandé. Un niveau d'effort élevé concerne non seulement l'automobiliste mais aussi l'ensemble des membres du ménage.

- Le seuil de tolérance à la congestion, autrement dit le seuil temporel à partir duquel les ménages commencent à modifier leur comportement, oscillerait autour de 30 minutes supplémentaires au temps de parcours révélé. Il irait jusqu'à 60 minutes de temps supplémentaire. Au-delà, les ménages modifient radicalement leur comportement. Les ménages multimodaux ont un seuil de tolérance à la congestion plus faible que les ménages dépendant de l'automobile. Il commencerait à 15 minutes de plus au temps de parcours révélé. Ces résultats concernant le seuil de tolérance à la congestion confirment l'hypothèse d'une constance des budgets temps transports des ménages motorisés avancée par Y. Zahavi.

- Les variables de contexte, les variables socio-économiques et les variables individuelles définissent les marges temporelles et organisationnelles dont disposent

les ménages. Ces marges d'adaptation, temporelles et organisationnelles, conditionnent le choix des stratégies.

Les résultats des deux enquêtes montrent également que, comme pour les macro- et les méso-régulations, les micro-régulations rencontrent des limites d'efficacité. De fait, certains ménages motorisés n'arrivent pas à préserver leur qualité de vie. Or, la puissance publique ou les acteurs collectifs intermédiaires peuvent venir en aide à ces ménages, en prenant connaissance de cette situation et en mettant en place des régulations qui dépassent le champ d'action des ménages. Dans le chapitre suivant, nous proposons d'étudier les interactions entre les différents niveaux de régulations.

CHAPITRE 10

-

LES INTERACTIONS ENTRE RÉGULATIONS

Ce dernier chapitre de la thèse clôt l'étude des régulations à la congestion automobile (partie 3 de la thèse). L'étude des manifestations sociales, spatiales et temporelles de la congestion (partie 2 de la thèse) a montré que la congestion perturbe le fonctionnement du système automobile. Pour autant, elle ne menace pas sa permanence, peu importe le niveau de développement du système ou l'environnement auquel il appartient. Si la congestion ne menace pas sa permanence, c'est grâce aux régulations qui sont mises en place par les différents acteurs du système.

La congestion gêne l'automobiliste. Il cherche à l'éviter, ou, du moins, à ajuster son comportement, grâce à des micro-régulations : se distraire dans sa voiture, téléphoner, changer d'itinéraire, modifier ses horaires de déplacement... Pourtant, ces micro-régulations d'ajustement ne suffisent pas à supprimer la gêne que suscite la congestion chez l'automobiliste. Des micro-régulations plus compliquées, qui altèrent son schéma de déplacement et son programme d'activités, sont nécessaires, voire des méso- et de macro-régulations. Mais, pourquoi, nous demandons-nous alors, le système automobile a-t-il besoin de recourir à ces différents niveaux de régulations ? Pourquoi ne se régule-t-il pas, simplement et directement, comme le fait un système biologique en s'adaptant face à certaines perturbations ?

G. Dupuy (1995b) montre que l'effet de la congestion sur le système automobile est mineur par rapport aux effets de dépendance. Les effets de dépendance

font que plus le système se développe, plus l'automobiliste bénéficie des avantages du système (en termes d'accessibilité). Les proportions de l'effet négatif de la congestion ne suffisent pas à contrebalancer les proportions des effets positifs du système automobile (club, réseaux, etc.). Ils empêchent la congestion de corriger l'emballlement du système et donc réduire la congestion. Ainsi, les micro-réglations d'ajustement ne suffisent pas à contrer la perturbation. D'autres réglations sont nécessaires. Elles sont mises en œuvre par des acteurs qui, à la différence des ménages, peuvent agir non seulement sur la demande automobile mais également sur l'offre viaire. Leur champ d'action est plus grand et concerne un nombre plus important d'automobilistes (que les seuls membres du ménage).

Le fonctionnement en système implique que les réglations mises en place par différents niveaux d'acteurs interagissent entre elles. Quelle est l'influence des unes sur les autres ? En quoi les macro- et les méso-réglations, malgré leurs limites, aident-elles les ménages motorisés à s'adapter à la congestion ? Ce chapitre achève l'étude systématique de chaque niveau de réglations (chapitres 5 à 9). Son objectif est de démontrer que les interactions entre les réglations renforcent la permanence du système face à sa perturbation interne qu'est la congestion. L'interdépendance des réglations assure la cohérence du système.

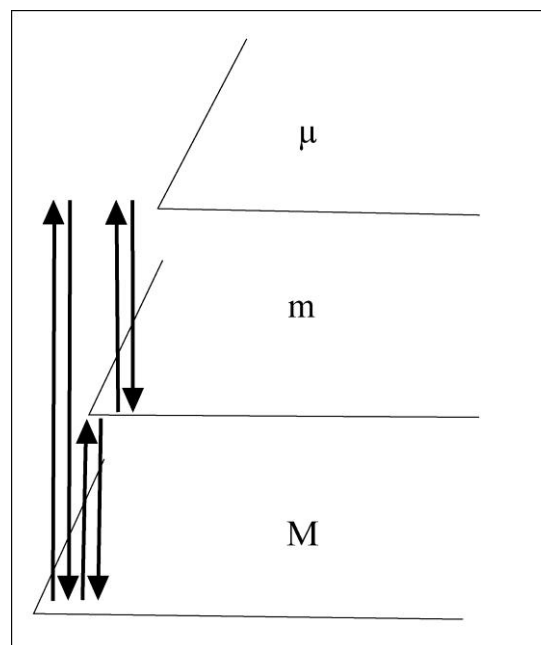
Dans un premier temps, nous caractériserons les interactions entre réglations (1). Puis, nous chercherons à repérer les interactions qui prendront une importance particulière dans un contexte de reprise probable de la congestion automobile en Île-de-France (2).

1. Caractériser les interactions

1.1 Définition et caractéristiques

Le fonctionnement du système automobile repose sur trois niveaux d'opérateurs : la puissance publique, les acteurs collectifs intermédiaires et les ménages motorisés. Chacun de ces trois niveaux met en œuvre des régulations que nous avons étudiées précédemment. Or, ces régulations ne sont pas indépendantes. Elles interagissent entre elles. Nous relevons six interactions possibles entre les trois niveaux de régulations, soit entre les macro-régulations (M) et les méso-régulations (m), entre les macro-régulations (M) et les micro-régulations (μ), et entre les méso-régulations (m) et les micro-régulations (μ). La figure ci-dessous illustre les interactions possibles.

Figure 38 - Les six interactions possibles entre les trois niveaux de régulations (d'après Dupuy, 1991).



Nous définissons l'interaction comme la relation entre deux régulations mises en place par des acteurs appartenant à des niveaux différents. Le sens de la flèche sur la figure indique le sens de la relation. Ainsi, la flèche la plus à gauche de la figure indique une relation partant d'une macro-régulation (M) en direction d'une micro-régulation (μ).

1.2 Une typologie des interactions

L'enjeu est de caractériser les interactions entre régulations. Sont-elles toutes identiques ou le sens de la flèche détermine-t-il la nature de la relation ?

À partir de l'étude sur les régulations menée au cours de la troisième partie de la thèse, nous dressons une typologie des principales interactions. Cette typologie s'organise en quatre grandes familles que nous détaillerons et illustrerons ci-après : les interactions d'influence (a), les interactions hiérarchiques (b), les interactions démocratiques (c) et les interactions de partenariat (d). Les exemples reprennent des situations évoquées au cours des chapitres précédents.

Le tableau, ci-dessous, résume les caractéristiques de chaque famille de régulations. L'interaction se lit à partir de la régulation de départ (celle qui influence) vers la régulation d'arrivée (celle qui est influencée). Ce qui nous donne le sens des flèches possibles par famille d'interaction.

Tableau 34 - Les caractéristiques des quatre grandes familles d'interactions entre les différents niveaux de régulations.

Familles	Définition	Régulation de départ	Régulation d'arrivée	Sens de la flèche
<i>Interaction d'influence</i>	Modifier à un niveau entraîne une régulation à un autre	Tous niveaux	Tous niveaux	Les 6 possibles
<i>Interaction hiérarchique "top-down"</i>	Inciter les ménages (ou les acteurs collectifs) à changer	M ou M via m ou m	μ ou m	M \rightarrow μ ou M \rightarrow m + m \rightarrow μ ou m \rightarrow μ
<i>Interaction démocratique "bottom-up"</i>	Inciter la puissance publique à changer	μ ou μ via m ou m	M	μ \rightarrow M ou μ \rightarrow m + m \rightarrow M ou m \rightarrow M
<i>Interaction de partenariat</i>	Mener une régulation conjointement	M ou m ou m ou μ	m ou M ou μ ou m	M \rightarrow m + m \rightarrow M, m \rightarrow M + M \rightarrow m ou μ \rightarrow m + m \rightarrow μ , m \rightarrow μ + μ \rightarrow m

μ = micro-régulations, m = méso-régulations, M = macro-régulations.

a) Les interactions d'influence

Nous commençons par les interactions d'influence, car elles se distinguent des trois autres familles d'interactions. En effet, elles ne mettent pas en relation deux régulations entre elles. Le processus est différent. Il s'agit d'une modification extérieure à tout programme de lutte contre la congestion, décidée à un niveau donné. Cette modification conditionne la mise en œuvre d'une régulation à la congestion à un autre niveau. Nous avons hésité à classer ces relations comme des interactions. Néanmoins, elles apparaissent décisives pour la réalisation de certaines régulations.

Donnons l'exemple d'une interaction d'influence de type « M \rightarrow μ ». L'ouverture du permis B aux motos légères, décidée par l'État français en 1996, a engendré une explosion du parc de deux-roues motorisés en Île-de-France, permettant aux ménages de mettre en place une altération modale. Sans cette autorisation, il est probable que le deux-roues motorisé n'eût pas été considéré par les ménages motorisés franciliens comme une véritable alternative à la voiture particulière.

Nous prenons un autre exemple de type « m \rightarrow μ ». L'entreprise offre aux employés qui sont soumis à des horaires fixes de travail la possibilité de choisir parmi différentes plages horaires de travail. C'est le cas de l'entreprise dont nous avons interrogé plusieurs salariés à Mumbai. Si l'employé trouve qu'il est difficile d'être à l'heure le matin à cause des embouteillages, il peut demander à son employeur l'autorisation d'opter pour une autre plage horaire et ainsi mettre en place une altération temporelle, en modifiant ses horaires de travail.

b) Les interactions hiérarchiques ou “top-down”

Les interactions hiérarchiques, démocratiques et de partenariat forment les trois principales familles d'interactions. Ce sont véritablement des interactions au sens où la régulation mise en place à un niveau influe sur la régulation mise en place à un autre niveau.

Les interactions hiérarchiques émanent principalement de la puissance publique ou d'acteurs collectifs intermédiaires dans le cas d'une substitution à la puissance publique. Cela concerne les actions de lutte contre la congestion mises en œuvre par la puissance publique ou par les acteurs collectifs qui la suppléent. La puissance publique (ou les acteurs collectifs qui la suppléent) s'attend à ce que les

régulations qu'elle met en œuvre produisent des impacts sur les ménages qui, dès lors, les prennent en compte dans l'établissement de leurs propres stratégies d'adaptation à la congestion. Les régulations émanant de la puissance publique peuvent aussi avoir un impact sur les stratégies d'adaptation à la congestion des acteurs collectifs intermédiaires, en particulier les entreprises. Ces interactions expriment un mouvement du haut (*top*) vers le bas (*down*). À travers elles, nous retrouvons le principe de hiérarchisation qui organise le système (Dupuy, 1985).

Nous illustrons notre propos par quelques exemples d'interaction hiérarchique de type « M -> μ » puis « m -> μ ». La puissance publique décide de redimensionner un tronçon autoroutier. Les automobilistes qui empruntaient le tronçon avant son redimensionnement, mettent moins de temps, maintenant qu'il est redimensionné. Les automobilistes qui, avant, évitaient ce tronçon parce qu'il était trop embouteillé, le reprennent. Ils ajustent leur comportement en modifiant leur itinéraire (« M -> μ »). Les entreprises profitent aussi de ce redimensionnement. Certaines décident de se relocaliser à proximité du tronçon redimensionné (« m -> μ »).

Les méso-régulations peuvent servir de relais entre les macro-régulations et les micro-régulations bénéficiant de l'action de la puissance publique. Nous avons, alors, une interaction hiérarchique du type « M -> m + m -> μ ». Nous prenons l'exemple de l'information trafic. La puissance publique produit une information trafic, afin de mieux gérer son réseau. Elle la rend également disponible aux automobilistes, ou en l'affichant sur des panneaux à messages variables, sur Internet, en la diffusant à la radio. Connaissant les conditions de trafic en temps réel, l'automobiliste décide de modifier son itinéraire (« M -> μ »). Il peut aussi posséder un système de navigation (Tom-Tom, etc.) qui lui propose un itinéraire bis, à partir de l'information trafic reçue en temps réel. Il choisit de l'emprunter (« M -> m + m -> μ »).

c) Les interactions démocratiques ou “*bottom-up*”

Les interactions démocratiques se présentent comme l'inverse des interactions hiérarchiques. Il ne s'agit plus d'interactions allant de haut en bas (*top-down*) mais d'interactions partant du bas vers le haut (*bottom-up*). Les régulations mises en œuvre par les ménages, ou par les acteurs collectifs dans le cas de méso-régulations de revendication, influent sur l'action de la puissance publique. La puissance publique

modifie alors sa politique de lutte contre la congestion, soit en prenant connaissance du comportement des ménages, soit sous la pression, à travers le vote, les manifestations, les pétitions, les actions de lobbying, etc. Enfin, comme pour les interactions hiérarchiques, les méso-régulations peuvent servir de relais aux interactions démocratiques. Elles rassemblent les ménages et leur offrent une visibilité (méso-régulation de revendication).

Nous commençons par un exemple où l'acteur collectif se fait relais (« $\mu \rightarrow m + m \rightarrow M$ ») puis continuons par un exemple sans médiation (« $\mu \rightarrow M$ »).

Le nombre de deux-roues motorisés est en forte croissance en Île-de-France. De plus en plus d'automobilistes décident de renoncer à la voiture au profit du deux-roues motorisé, car il leur permet de circuler entre les voies et, ainsi, de gagner du temps (μ). La circulation entre les voies est tolérée dans le Code de la Route mais elle n'est pas autorisée. Un certain nombre de motards sont verbalisés. Ils décident d'adhérer à des associations de motards (m) qui organisent manifestations et actions de lobbying pour demander un changement de la réglementation (« $\mu \rightarrow m$ »). La puissance publique finit par les entendre et annonce qu'elle légifèrera sur le sujet (« $m \rightarrow M$ »).

La puissance publique, gestionnaire d'infrastructures, a décidé d'augmenter le tarif du péage pendant les heures de pointe sur un tronçon donné (par exemple l'autoroute A1). Or, elle remarque que de plus en plus de voitures sont stationnées à proximité de la gare de péage. Elle comprend que ce stationnement sauvage résulte d'un covoiturage informel. Elle peut alors décider d'aménager de plus grands parkings autour de la gare de péage et de proposer un tarif avantageux réservé aux voitures occupées par deux personnes ou plus. Elle promet ainsi le covoiturage qui devient une politique publique de lutte contre la congestion, en cherchant à réduire le nombre d'automobiles sur le tronçon donné aux heures de pointe (« $\mu \rightarrow M$ »).

d) Les interactions en partenariat

La dernière famille d'interactions concerne les interactions de partenariat. Ces interactions se caractérisent par un phénomène de boucle. La régulation à un niveau peut jouer directement sur la régulation à un autre niveau qui se répercute sur la régulation initiale. Ces interactions de partenariat sont fréquentes entre les régulations des ménages et les méso-régulations confidentielles.

Prenons l'exemple de l'appartenance à une communauté d'abonnés à des outils d'assistance à la conduite (Coyote, Wikango, etc.). L'automobiliste participe à la communauté en récoltant de l'information en temps réel sur son itinéraire. Il dispose aussi des données collectées par les autres membres de la communauté. Il modifie alors son comportement en fonction de cette information exclusive, réservée aux membres de la communauté (« $\mu \rightarrow m + m \rightarrow \mu$ »).

La régulation de partenariat peut aussi se caractériser par une régulation mise en œuvre à un double niveau. Les acteurs d'un niveau s'associent avec des acteurs d'un autre niveau.

Ainsi, dans le cadre des Plans Déplacements Entreprise (PDE), la puissance publique peut être sollicitée par l'entreprise pour son aide technique et/ou financière. La navette qui dessert l'Institut Gustave Roussy à Villejuif est mise en place par l'Institut dans le cadre de son PDE, afin de réduire les embouteillages d'accès à son site. Constatant le succès de la navette, la Communauté d'Agglomération décide de s'associer au projet, en apportant son aide financière à l'exploitation de la navette. L'Institut réussit ainsi à diminuer les embouteillages, à un coût moins élevé qu'à l'origine (« $m \rightarrow M + M \rightarrow m$ »).

e) Et les interactions entre régulations du même niveau

Nous avons concentré notre analyse sur les interactions entre les différents niveaux de régulation. Néanmoins, il faut rappeler que des interactions existent également entre les régulations qui ont lieu à un même niveau.

Nous évoquons, à titre d'exemple, les « bonnes pratiques » (*best practices*), citées au chapitre 6 sur les macro-régulations innovantes. Il s'agit de politiques efficaces de lutte contre la congestion qui deviennent des modèles à « transférer » dans d'autres régions métropolitaines (Mardsen et Stead, 2011). Le fait qu'en France, la puissance publique accepte de revenir sur la réglementation concernant la circulation entre files tient au nombre croissant de deux-roues motorisés en circulation, à l'action des associations de motards mais aussi à l'exemple de la Belgique qui vient de réviser son Code de la route.

En conclusion, l'analyse des interactions entre régulations souligne combien les régulations sont un phénomène complexe à étudier. Les régulations sont

interdépendantes. La décision de mettre en place telle régulation de la part de tel acteur dépend de ce que font les autres acteurs du système. Mais la décision dépend également de variables extérieures au système, c'est-à-dire de variables appartenant à l'environnement dans lequel est inscrit le système. Par exemple, la puissance publique doit tenir compte des caractéristiques physiques, en particulier climatiques, de sa région dans l'établissement de ses régulations. Ainsi, à Mumbai, les routes doivent être conçues pour résister aux pluies de mousson. Nous prenons un exemple à un autre niveau. La situation socio-économique et professionnelle de certains ménages limite leur accès à l'ensemble des micro-régulations possibles. Ainsi, l'ouvrier à la chaîne ne peut pas télé-travailler.

En résumé, toute régulation mise en place par un acteur à un niveau donné interagit avec des régulations mises en place à d'autres niveaux, voire est influencée par des décisions prises par des acteurs à d'autres niveaux. La régulation est également conditionnée par des variables extérieures au système automobile.

Nous tenons à préciser que, dans le délai imparti à l'exercice de la thèse, nous n'avons pu qu'esquisser une typologie des interactions entre régulations à la congestion. Cette typologie nécessiterait la mise en place d'un programme propre de recherche. De fait, un certain nombre d'interrogations reste sans réponse. Nous en citons deux en exemple. (1) Quel est le caractère « démocratique » d'une interaction définie comme démocratique lorsqu'elle est produite par une action de lobbying ? Et ce caractère est-il appréhendé de la même manière d'un pays à l'autre ? (2) Pourquoi, à un moment donné, telle puissance publique métropolitaine décide de « transférer » une « bonne pratique » mise en place par la puissance publique d'une autre région ? Pourquoi s'inspire-t-elle de cette « bonne pratique » et non d'une autre ? Des travaux sont en cours, sans que le processus de transfert de l'action publique ne soit, encore, complètement élucidé (voir le numéro spécial de *Transport Policy* publié en 2011 et consacré à la « transférabilité » des politiques urbaines de transport).

2. Des interactions entre méso-régulations et micro-régulations, qui s'intensifient en Île-de-France

Nous reprenons l'hypothèse d'une reprise possible de la congestion automobile en Île-de-France, développée à la fin de la deuxième partie de la thèse. Cette reprise possible de la congestion intensifiera-t-elle certaines régulations au détriment d'autres ?

2.1 Le rôle accru des méso-régulations

Selon cette hypothèse, la congestion s'intensifiera en petite couronne francilienne, et dans une moindre mesure, en grande couronne. Elle concernera, en premier lieu, les ménages motorisés, appartenant aux classes moyennes et aisées. Ces ménages résident en petite et grande couronnes, travaillent surtout en petite couronne et se rendent sur leur lieu de travail en voiture.

Or, d'une part, l'évaluation des politiques publiques de lutte contre la congestion dans les grandes métropoles (chapitre 5) conclut qu'en Île-de-France, la congestion est un enjeu secondaire. La puissance publique tendrait à se désintéresser de la congestion au profit des enjeux de développement durable et de santé publique. Les politiques de développement durable et de santé publique, en particulier celles menées par la municipalité de Paris, ne visent pas à améliorer les déplacements des ménages motorisés. Au contraire, elles cherchent à réduire la place de la voiture en ville.

D'autre part, les enquêtes réalisées auprès des ménages motorisés (chapitres 8 et 9) relèvent que les ménages franciliens apparaissent moins flexibles à la congestion que les ménages paulistains et mumbaikars. C'est, en particulier, le cas des ménages résidant en grande couronne et dépendants de l'automobile. Ils optent, tant qu'ils le peuvent, pour des stratégies d'ajustement marginal, au détriment des altérations modales, spatiales ou temporelles, avant d'être contraints, en dernier recours, d'altérer radicalement leur comportement.

Face à ces conclusions, quelles seront les conséquences d'une reprise de la congestion en Île-de-France ?

Dans un contexte où la puissance publique relègue la congestion au second plan, les macro-régulations seront probablement peu innovantes et auront une efficacité limitée.

De plus, il est possible que cette reprise de la congestion affecte des ménages qui n'étaient pas, jusqu'alors, concernés. Nous pensons, en particulier, aux ménages motorisés de grande couronne dont les temps de trajets sont, jusqu'à maintenant, courts (moins de 30 minutes). Il est également possible qu'elle aggrave encore la situation des ménages, plutôt modestes, qui parcourent de longs trajets et qui n'ont pas de marge organisationnelle. Ils ne peuvent jouer que sur leur marge temporelle, déjà étroite. Celle-ci sera encore réduite par une reprise d'intensité de la congestion.

Enfin, il apparaît que les méso-régulations auront un rôle crucial à jouer. Entre des macro-régulations en retrait et des micro-régulations peu puissantes, les méso-régulations, confidentielles ou de substitution, prendront de l'importance. Cela entraînera des interactions plus nombreuses entre les méso- et les micro-régulations. Elles s'appuieront, nous semble-t-il, sur une conception de la « solidarité » qui pourrait avoir « vocation à transiter de plus en plus par des collectifs plus territorialisés, des circuits plus courts, (...) où le service est coproduit par un petit nombre de salariés "facilitateurs" et les usagers finaux » (Orfeuil, 2011e, p. 58). À ce titre, J.-P. Orfeuil évoque des « rôles renouvelés et étendus » pour les dispositifs de véhicules en libre-service, d'autopartage, de covoiturage, de location salariale.

2.2 Vers une évolution du système automobile ?

Nous nous demandons alors si la reprise probable de la congestion en Île-de-France, avec les conséquences évoquées précédemment, modifiera le système automobile.

Trois scénarios peuvent être envisagés, même s'il semble trop tôt pour se positionner.

Dans le scénario (1), l'impact de la congestion, malgré son regain d'intensité, demeure faible. Il n'entrave pas la poursuite de la motorisation de la population, la rendant toujours plus dépendante de l'automobile.

Dans le scénario (2), l'impact de la congestion est fort. Il révèle une possible *fracture sociale* entre ceux qui peuvent continuer à accéder au système automobile et ceux qui en sont exclus. Il s'agit, en particulier, des ménages pauvres périurbains, dépendants de l'automobile, sans marge temporelle ni organisationnelle. Cette possible fracture sociale pourrait déboucher sur une *fragmentation de l'espace urbain* (Graham et Marvin, 2001).

Dans le scénario (3), l'impact de la congestion est également fort. La mobilité, valeur fondamentale du système, est remise en cause. Il n'est plus question de mobilité pour tous (1) ni de mobilité pour certains (2) mais de *proximité*, voire d'immobilité. La nouvelle valeur serait alors d'optimiser ses déplacements, voire d'économiser sur ses déplacements.

Arrêtons-nous sur ce troisième scénario. Le principe selon lequel la hausse des vitesses des déplacements entraîne, à budget temps de transport constant, un réinvestissement des gains de temps en distance supplémentaire, ne fonctionnerait plus (Crozet, 2011). La congestion automobile abaisse les vitesses de déplacement. Ce qui a pour conséquence d'allonger les temps de parcours ou d'augmenter leur variabilité. Or, les ménages sont soumis à la constance du budget temps de transport. Le seuil de tolérance, tel que nous l'avons mesuré, montre que les ménages ajustent leur comportement jusqu'à environ 30 minutes de temps de parcours en plus. Au-delà, ils sont contraints de modifier leur comportement. Ainsi, la congestion pourrait entraîner, à terme, une recomposition de la mobilité des ménages motorisés vers des déplacements moins nombreux et/ou plus courts. Cette recomposition se traduirait par une multiplication des activités « au domicile » ou « à proximité » du domicile. Elle serait, en partie, rendue possible par le développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication (téléphonie mobile, Internet, etc.) (Crozet et al, 2001, p. 38) et par les services qui l'accompagnent (location de films à distance, livraison à domicile, etc).

Le scénario d'un mode de vie à tendance autarcique est-il plausible dans les terrains étudiés ? Des indices en ce sens émergent en Île-de-France, et, peut-être plus

encore, dans les régions métropolitaines de São Paulo et de Mumbai. En France, P. Sajous (2003) repère une baisse des déplacements réalisés par les ménages motorisés du périurbain. Dans la région de São Paulo, l'étude des déplacements quotidiens (chapitre 3) souligne que le taux de motorisation des ménages continue à croître. À l'inverse, le nombre de déplacements en voiture particulière diminue, tout comme les distances parcourues en voiture. La congestion automobile entraînerait une baisse de mobilité quotidienne. Ainsi, de manière paradoxale, l'accès massif à la voiture particulière favoriserait plutôt l'immobilité (Bocarejo, 2011, p. 102). Le regroupement des déplacements pour loisirs et achats dans les centres commerciaux et le développement d'une mobilité de transfert (en utilisant les services des *motoboy*s) compenseraient, en partie, cette baisse de la mobilité (Vasconcellos, 2005b). Dans la région de Mumbai, en trente ans, la portée moyenne d'un déplacement automobile a diminué alors que le parc automobile a explosé (CRRI, 1983 ; MMRDA et LEA, 2008).

Ce scénario de la proximité semble aussi émerger à travers des actions publiques. Nous pensons, entre autres, à la promotion de la ville « compacte » ou « des courtes distances ». Ce modèle de ville repose sur le principe selon lequel la densité limite la portée des déplacements. Elle cherche à réduire les déplacements en voiture, en favorisant les déplacements à pied ou en transports en commun. À la suite de Sarzynski et al (2006), Chatman (2008) montre que la densité a effectivement un effet réducteur de l'usage automobile, soit par réduction de la mobilité, soit par report modal. Mais cela tient essentiellement au fait que la densité congestionne le trafic automobile. Elle rend donc la voiture moins efficace. Ainsi, la densification apparaît comme une macro-régulation ambivalente, puisque densifier conduit à congestionner. Mais cette congestion-là se régule par une réduction de l'usage de la voiture. Il est possible qu'elle entraîne un « resserrement des territoires » des ménages (Massot et Orfeuil, 2005).

Ainsi, le scénario de la proximité apparaît plausible dans le domaine des transports. Pour autant, si nous nous émancipons de ce domaine, nous remarquons que les contraintes dans d'autres domaines de la vie quotidienne dépassent le seul budget temps de transport. D'après les résultats de l'enquête Emploi du Temps réalisée en 2010 par l'INSEE, le temps physiologique (manger, dormir, se laver, etc.) est resté

stable depuis dix ans. Il représente la moitié de la journée. Le temps libre a augmenté, bien que les Français souhaitent en avoir encore plus. À l'inverse, le temps domestique a baissé. C'est également le cas du temps de travail. Mais le temps gagné sur le travail ne s'est pas intégralement reporté sur des activités extra-professionnelles. Pour les personnes ayant un emploi, une partie a été consommée par les trajets domicile-travail (Ricroch et Roumier, 2011). La porosité croissante des différents temps de la journée permet de réutiliser une partie du temps de transport pour autre chose (se maquiller, prendre son petit déjeuner, appeler ses amis, etc.). Le temps de transport ne serait plus seulement un « temps-distance », permettant d'aller d'un lieu à un autre. Il deviendrait également un « temps-substance », utile à autre chose (Amar, 2010, p. 57).

3. Conclusion du dixième chapitre

Finalement, il apparaît que les interactions entre régulations assurent la cohérence du système et, par là-même, sa permanence.

Nous repérons des indices qui évoquent une évolution possible du système automobile où la valeur fondamentale ne serait plus la mobilité mais la proximité géographique. Néanmoins, les interactions entre régulations semblent, pour le moment, renforcer le système automobile, voire la dépendance automobile.

CONCLUSION DE LA TROISIÈME PARTIE

En conclusion de la deuxième partie, nous avons répondu aux deux des quatre hypothèses de recherche qui structurent ce travail. Nous répondons maintenant aux deux dernières.

Tout d'abord, nous validons l'hypothèse *de permanence du système automobile* selon laquelle les stratégies d'adaptation à la congestion assurent la permanence du système automobile. Les régulations diffèrent selon le type d'acteurs, le niveau de développement du système automobile et l'aire métropolitaine à laquelle le système appartient. Néanmoins, nous apportons certaines nuances.

Tout d'abord, les analyses montrent bien que les régulations diffèrent selon le type d'acteurs. La puissance publique, les acteurs collectifs et les ménages n'ont pas la même échelle d'action ni la même temporalité. Ces différences peuvent freiner l'efficacité de leurs actions (limite temporelle). Elles sont également la preuve de la réactivité du système automobile.

Puis, le niveau de développement du système automobile semble davantage influencer sur le choix des macro-régulations que des méso- et des micro-régulations. Face à un décalage important entre l'offre viaire disponible et une demande automobile en forte croissance, la puissance publique a tendance à mettre en place des stratégies de l'offre (accroître le réseau). Néanmoins, elle peut proposer des stratégies plus innovantes que celles mises en œuvre par les puissances publiques de régions au système automobile plus développé (l'exemple de la région de São Paulo par rapport à l'Île-de-France).

Quand nous examinons les méso- et les micro-régulations, nous n'observons pas de réelles différences qui seraient dues au niveau de développement du système automobile. Certes, des régulations sont plus datées que d'autres. Nous citons le recours au chauffeur à Mumbai. Il s'explique par un parc automobile de taille encore modeste, principalement détenu par des ménages aisés, et par l'existence d'une main d'œuvre locale qui reste bon marché. Les autres micro-régulations à la congestion se retrouvent d'une région à l'autre, quel que soit le niveau de développement du système automobile. La différence dans le choix des régulations tient au profil socio-

économique des ménages affectés par la congestion et à leurs lieux de résidence et d'emploi. Or, suivant le niveau de développement du système automobile, les ménages affectés ne sont pas les mêmes. Ainsi, dans les régions de São Paulo et de Mumbai, ils ont tendance à être plus aisés et à résider plus près de leur emploi qu'en Île-de-France. Ils disposent de marges organisationnelles, et parfois temporelles, plus importantes que les ménages franciliens. C'est pourquoi ils n'adoptent pas toujours les mêmes stratégies que les ménages franciliens, bien qu'ils puisent dans la même « liste universelle » des micro-régulations possibles.

Enfin, il ne semble pas que les régulations diffèrent selon l'aire métropolitaine à laquelle le système appartient. Elles apparaissent assez peu liées au déterminisme local. Certes, des limites culturelles peuvent affaiblir les macro-régulations. Les variables extérieures au système jouent également un rôle. Mais l'emprise de ces variables sur le fonctionnement du système automobile reste plutôt limitée.

Enfin, nous validons également *l'hypothèse d'affectation de la qualité de vie des ménages par la congestion*, selon laquelle la congestion automobile affecte la mobilité des ménages motorisés métropolitains. Pour certains d'entre eux, elle affecte même leur qualité de vie, malgré les régulations mises en œuvre par les pouvoirs publics.

Les ménages motorisés métropolitains sont concernés par la congestion automobile puisqu'elle les oblige à modifier leur schéma de déplacement, voire leur programme d'activités, pour préserver leur mode de vie. Néanmoins, certains ménages ne disposent pas de moyens (niveau socio-économique, localisation résidentielle, prédisposition individuelle, etc.) leur permettant de conserver des marges temporelles et/ou organisationnelles suffisantes pour préserver leur mode de vie en situation de congestion. La qualité de vie de certains ménages est donc affectée par la congestion. Nous pensons, en particulier, aux ménages modestes du périurbain francilien, dépendants de l'automobile.

Ainsi, ni les régulations mises en œuvre par la puissance publique ni les interactions avec les régulations des autres acteurs qui, pourtant, renforcent l'action de la puissance publique, ne permettent de préserver la qualité de vie de tous les ménages motorisés. Cet échec peut être analysé comme un indice en faveur de l'évolution du système automobile vers un scénario de fracture ou un scénario de proximité, au lieu d'une poursuite de la motorisation.

CONCLUSION GÉNÉRALE

À l'issue de ce travail de recherche, revenons sur le questionnement initial de ce travail. Les ménages motorisés des grandes métropoles réussissent-ils à s'adapter à la congestion automobile et à préserver leur mode de vie ? La congestion est-elle plus intense dans les grandes métropoles des pays émergents? Préfigure-t-elle ce qui pourrait arriver en Île-de-France ?

Les analyses effectuées dans la thèse ont permis d'apporter des réponses à ces questions.

Pour parvenir à ces résultats, nous avons réalisé un diagnostic comparatif de la congestion automobile en Île-de-France et dans deux régions métropolitaines de pays émergents, São Paulo au Brésil et Mumbai en Inde. Le diagnostic a été suivi d'une analyse systémique des régulations à la congestion menée dans les trois métropoles. Il s'agissait de vérifier si la congestion était plus intense dans les grandes métropoles des pays émergents qu'en Île-de-France. Nous voulions savoir si le degré plus élevé de congestion était lié au développement du système automobile, s'il préfigurait une évolution possible en Île-de-France ou s'il s'agissait d'un modèle inédit.

Les résultats produits par le diagnostic et l'analyse ont apporté des éléments de réponse au questionnement initial. Nous les résumons ci-après.

Le développement du système automobile entraîne une dilution sociale et spatiale de la congestion.

Le diagnostic des manifestations spatiales, temporelles et sociales de la congestion automobile montre que les embouteillages tendent à se concentrer dans les espaces centraux de Mumbai et de São Paulo et à s'étendre en petite et grande couronnes franciliennes. Ils s'étalent sur l'ensemble de la journée à Mumbai. À l'inverse, les périodes de pointe sont marquées dans les régions de São Paulo et de

Paris. Les ménages motorisés affectés par la congestion sont, dans les régions de Mumbai et de São Paulo, davantage des ménages aisés, vivant dans les espaces centraux. En Île-de-France, ce sont plutôt des ménages modestes, résidant en grande couronne.

Ainsi, le développement du système automobile n'entraînerait pas tant une atténuation de la congestion (par résorption de l'écart entre la demande automobile et l'offre viaire) qu'une dilution dans l'espace (vers les périphéries métropolitaines) et dans la société (vers les classes plus modestes).

Les phases d'évolution de la congestion s'enchaînent en Île-de-France mais se superposent dans les régions de São Paulo et de Mumbai.

Le constat d'une dilution sociale et spatiale de la congestion mène à une réflexion sur l'évolution des manifestations de la congestion, en fonction du développement du système automobile. Trois phases successives ont été identifiées :

- 1) une congestion des espaces centraux peu adaptés à l'automobile dont le parc est encore modeste ;
- 2) une congestion des espaces centraux qui s'étend aux voies radiales dans un contexte d'explosion de la motorisation ;
- 3) une congestion des espaces périphériques dans un contexte de ralentissement de l'offre viaire et de faible croissance de la motorisation.

Ces phases sont clairement identifiables lorsque nous étudions le développement du système automobile dans les métropoles occidentales. Elles sont plus difficiles à reconstituer dans le cas des métropoles des pays émergents. La rapidité du changement économique dans ces pays provoquerait une accélération du développement du système automobile. Les phases auraient tendance à se superposer, au lieu de s'enchaîner distinctement sur un temps long.

Une nouvelle phase de reprise de la congestion est envisageable en Île-de-France.

Les processus de desserrement des populations et des emplois en cours en Île-de-France et les politiques environnementales actuelles favoriseront probablement une reprise de la congestion d'ici 2020-25. Toutes choses étant égales par ailleurs, cette reprise concernera la petite couronne. Son intensité se rapprochera de celle que connaissent, aujourd'hui, les espaces centraux de Mumbai et de São Paulo. En un

sens, la région de Mumbai préfigure l'avenir de l'Île-de-France. Néanmoins, les manifestations spatiales et sociales de la congestion ne seront pas les mêmes que celles qui caractérisent actuellement les régions de Mumbai et de São Paulo. La congestion ne concernera, très probablement, pas les ménages aisés vivant à Paris. Elle affectera les ménages motorisés des classes aisées et moyennes, résidant en petite et grande couronnes, et travaillant principalement en petite couronne.

Les régulations à la congestion assurent la permanence du système automobile.

Le discours apocalyptique sur la congestion, véhiculé par la presse notamment, semble exagéré. Dans aucun des terrains étudiés, le système automobile n'apparaît paralysé à cause de degrés trop élevés de congestion. Plus le système automobile se développe, plus l'automobiliste bénéficie des avantages du système. Les effets de la congestion sur le système automobile restent mineurs par rapport aux effets de dépendance.

La mise en place de régulations par les différents acteurs du système automobile assure la permanence du système automobile. Les régulations d'ajustement marginal des ménages ne suffisent pas toujours. Des régulations plus lourdes sont mises en place. Elles impliquent les ménages mais aussi des acteurs plus puissants, qui agissent à la fois sur la demande automobile et sur l'offre viaire. Les interactions entre les différents niveaux de régulation renforcent l'action des régulations et donc le système automobile, voire la dépendance automobile.

En situation de congestion, la majorité des ménages motorisés réussit à préserver son mode de vie.

L'enquête qualitative montre que les ménages cherchent à préserver leur qualité de vie. Pour cela, ils essaient de maintenir leur programme d'activités et, dans une moindre mesure, leur schéma de déplacement. Ils optent, tant qu'ils le peuvent, pour des stratégies d'ajustement marginal qui modifient le moins possible leur programme d'activités. Ils font ensuite appel à des stratégies d'altération modale, spatiale et temporelle, et, en dernier recours, à des stratégies d'altération radicale.

L'estimation du seuil de tolérance à la congestion est quasi-identique d'une région métropolitaine à l'autre. Il oscillerait autour de 30 minutes en plus du temps de parcours initial. Cela signifie que jusqu'à ce seuil, les répondants réussissent à

préserver leurs programmes d'activités, grâce à quelques ajustements marginaux (téléphoner, modifier l'heure de départ, changer d'itinéraire, etc.). Au-delà, le répondant se voit contraint d'altérer son comportement. Ce résultat confirme l'hypothèse d'une constance des budgets temps de transport énoncée par Y. Zahavi. L'enquête quantitative précise le seuil de tolérance.

Dans le jeu de simulation, les répondants franciliens apparaissent moins flexibles que les autres répondants. Ils semblent davantage contraints à maintenir l'ajustement marginal jusqu'à ce que leurs marges temporelles s'épuisent et les obligent à passer directement à l'altération radicale. L'exemple opposé est la région de Mumbai où plus de 70% des voitures sont conduites par un chauffeur.

L'enquête quantitative souligne le rôle du territoire dans les stratégies d'adaptation en Île-de-France. Le report modal est compétitif seulement pour les automobilistes résidant et/ou travaillant à Paris. La majorité des automobilistes n'est pas concernée par des liaisons avec Paris et tend à préserver l'usage de la voiture dans des situations de congestion croissante.

De la mobilité à la proximité ?

L'étude des régulations et de leurs interactions mène à s'interroger sur une évolution possible du système automobile, dans un contexte de reprise probable de la congestion en Île-de-France.

Les macro-régulations seront vraisemblablement peu innovantes et auront une efficacité limitée. Comme l'évaluation des politiques publiques l'a montré, la congestion est actuellement un enjeu secondaire pour la puissance publique. Les méso-régulations auront alors un rôle crucial à jouer. Les interactions entre méso- et micro-régulations seront renforcées, privilégiant les actions plus locales et les circuits courts.

La permanence du système automobile, pour le moment du moins, ne semble pas remise en question. Néanmoins, dans ce contexte de reprise de la congestion, émergent des signes en faveur d'un retour à la proximité, au détriment de la mobilité.

BIBLIOGRAPHIE

Les références bibliographiques proviennent de sources très diverses. C'est pourquoi nous les avons classées en trois rubriques :

(1) La *littérature scientifique*. Elle regroupe les ouvrages, les articles, les thèses et les rapports publics. Toutes les références sont consultables en bibliothèque ou en ligne.

(2) La *littérature grise*. Elle concerne les rapports et notes internes, les mémoires de Master, les données statistiques, les communiqués. Une partie des références est consultable dans les centres de documentation des organismes concernés ou en ligne.

(3) Les *articles de presse*.

1. Littérature scientifique

1.1 Générale

Amar G., 2010, *Homo mobilis. Le nouvel âge de la mobilité*, Limoges, FYP Editions, 228 p.

Appert M., 2005, *Coordination des transports et de l'occupation de l'espace pour réduire la dépendance automobile dans la région métropolitaine de Londres*, Thèse de doctorat de géographie sous la dir. d'H. Bakis, Montpellier, Université Montpellier III Paul Valéry, 723 p.

Appert M., 2009, « Les mobilités quotidiennes à Londres : aspects, impacts et régulations », *Géoconfluences* : <http://geoconfluences.ens-lsh.fr>, consulté le 16 juin 2010, 13 p.

Arentze T., Hofman F. & Timmermans H., 2004, "Predicting multi-faceted activity-travel adjustment strategies in response to possible congestion pricing scenarios using an Internet-based stated adaptation experiment", *Transport Policy*, vol. 11, n° 1, p. 31-41.

Arnott R., de Palma A. & Lindsey R., 1993, “A Structural Model of Peak-Period Congestion: A Traffic Bottleneck with Elastic Demand”, *The American Economic Review*, vol. 83, n° 1, p. 161-179.

Barter P., 2000, “Urban transport in Asia: problems and prospects for high-density cities”, *Asia-Pacific Development Monitor*, vol. 2, n° 1, p. 33–66.

Bates J., Polak J., Jones P. & Cook A., 2001, “The valuation of reliability for personal travel”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 37, n° 2-3, p. 191-229.

BCG, 2010, *The Internet's New Billion. Digital Consumers in Brazil, Russia, India, China and Indonesia*, Boston, Boston Consulting Group, 32 p.

Ben-Elia E. & Ettema D., 2011, “Rewarding rush-hour avoidance: A study of commuters' travel behavior”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 45, n° 7, p. 567-582.

Bertini R., 2005, “Congestion and its Extent”, in Levinson D., Krizek K. (eds.), *Access to Destinations*, Amsterdam, Elsevier, p. 11-38.

Boiteux M., 2001, *Transports : choix des investissements et coûts des nuisances*, Paris, Commissariat général du Plan, 323 p.

Boltanski L., 1976, « L'encombrement et la maîtrise des ‘biens sans maître’ », *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, vol. 2 -1, p. 102-109.

Börjesson M., Eliasson J., Hugosson M. & Brundell-Freij K., 2012, “The Stockholm congestion charges - 5 years on Effects, acceptability and lessons learnt”, *Transport Policy*, vol. 20, n° 0, p. 1-12.

Bovy P. & Salomon I., 2002, “Congestion in Europe: Measurements, patterns and policies”, in Stern E., Salomon I., Bovy P. (eds.), *Travel behaviour: Spatial Patterns, Congestion and Modelling*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing, p. 143-179.

Bovy P. & Tacken M., 1995, “Behavioural Reactions to Traffic Congestion”, *Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk*, Rotterdam, p. 465-483.

Boyer R. & Freyssenet M., 2000, « Le monde qui a changé la machine. Synthèse des travaux du GERPISA, 1993-1999 », *Huitième Rencontre Internationale du GERPISA*, Paris, Editions numériques GERPISA, 37 p.

Braess D., 2005 [1968], “On a Paradox of Traffic Planning”, *Transportation Science*, vol. 39, n° 4, p. 446–450.

Brezis E., Krugman P. & Tsiddon D., 1993, “Leapfrogging in international competition: A theory of cycles in national technological leadership”, *The American Economic Review*, vol. 83, n° 5, p. 1211–1219.

Bruegmann R., 2005, *Sprawl: a compact history*, Chicago, The University of Chicago Press, 301 p.

Buchanan C., 1963, *Traffic in towns*, Harmondsworth, Penguin books, 263 p.

Buisson C. & Lesort J.-B., 2010, *Comprendre le trafic routier : Méthodes et calculs*, Lyon, CERTU, 110 p.

Cairns S., Atkins S. & Goodwin P., 2002, "Disappearing traffic? The story so far", *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, vol. 151, n° 1, p. 13-22.

Cairns S. & al., 2008, "Smarter Choices: Assessing the Potential to Achieve Traffic Reduction Using 'Soft Measures' ", *Transport Reviews*, vol. 28, n° 5, p. 593-618.

Centre d'Études Prospectives, 1969, *L'homme encombré*, Paris, Presses universitaires de France, 144 p.

Cervero R. & Golub A., 2007, "Informal transport: A global perspective", *Transport Policy*, vol. 14, n° 6, p. 445-457.

Chatman D., 2008, "Deconstructing development density: Quality, quantity and price effects on household non-work travel", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 42, n° 7, p. 1008-1030.

Claval P., 1981, *La Logique des villes : essai d'urbanologie*, Paris, LITEC, 633 p.

Cohen, S., 1990, *Ingénierie du trafic routier. Éléments de théorie du trafic et applications*, Paris, Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées, 246 p.

Crozet Y., 2011, « Mobilité : les gains de temps ne sont plus ce qu'ils étaient », in Gay C., Kaufmann V., Landriève S., Vincent-Geslin S. (dir.), *Mobile Immobile Quels choix, quels droits pour 2030*, La Tour d'Aigues, Éditions de l'Aube / Forum vies mobiles, p. 68-79.

Crozet Y. & Joly I., 2004, « Budgets temps de transport : les sociétés tertiaires confrontées à la gestion paradoxale du "bien le plus rare" », *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 45, p. 27-48.

Crozet Y. & Marlot G., 2001, « Péage urbain et ville "soutenable" : figures de la tarification et avatars de la raison économique », *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 40, p. 79-113.

Crozet Y., Mercier A. & Ovtracht N., 2007, « Distance spatiale, distance sociale... L'accessibilité peut-elle se substituer à la mixité ? », *Territoires 2030*, vol. 4, p. 67-76.

Crozet Y., Orfeuil J.-P. & Massot M.-H., 2001, « Mobilité urbaine : cinq scénarios pour un débat », *Notes du Centre de Prospective et de Veille Technologique*, n° 16, 65 p.

Cullinane S. & Stokes G., 1998, *Rural Transport Policy*, Oxford, Pergamon Press, 352 p.

Darbéra R., 2009, *Où vont les taxis ?*, Paris, Descartes et Cie, 270 p.

Derycke P.-H., 1997, *Le péage urbain : histoire, analyse, politiques*, Paris, Economica, 205 p.

Dimitriou H., 2011, "Transport and city development: understanding the fundamentals", in Dimitriou H., Gakenheimer R. (eds.), *Urban Transport in the Developing World: A Handbook of Policy and Practice*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing, p. 8-39.

Dimitriou H. & Gakenheimer R., 2011, "Introduction", in Dimitriou H., Gakenheimer R. (eds.), *Urban Transport in the Developing World: A Handbook of Policy and Practice*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing, p. 3-7.

Dowling R., Skabardonis A., Carroll M. & Wang Z., 2004, "Methodology for measuring recurrent and nonrecurrent traffic congestion", *Transportation Research Record*, vol. 1867, n° 1, p. 60–68.

Downs A., 1962, "The Law of Peak-Hour Express-Way Congestion", *Traffic Quarterly*, vol. 16, n° 3, p. 393–409.

Downs A., 2004, *Still Stuck in Traffic: Coping with Peak-Hour Traffic Congestion*, Washington DC, Brookings Institution Press, 455 p.

Dunn J., 1998, *Driving forces: the automobile, its enemies, and the politics of mobility*, Washington DC, Brookings Institution Press, 244 p.

Dupuit J., 1849, « De l'influence des péages sur l'utilité des voies de communication », *Annales des Ponts et Chaussées*, t. XVII, p. 170–248.

Dupuy G., 1985, *Systèmes, réseaux et territoires : principes de réseautique territoriale*, Paris, Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées, 168 p.

Dupuy G., 1991, *L'urbanisme des réseaux : théories et méthodes*, Paris, Armand Colin, 198 p.

Dupuy G., 1995a, *L'auto et la ville : un exposé pour comprendre, un essai pour réfléchir*, Paris, Flammarion, 125 p.

Dupuy G., 1995b, *Les territoires de l'automobile*, Paris, Anthropos, 216 p.

Dupuy G., 1999, *La dépendance automobile : symptômes, analyses, diagnostic, traitements*, Paris, Anthropos, 160 p.

Dupuy G., 2011, *Towards Sustainable Transport: The Challenge of Car Dependence*, Montrouge, John Libbey, 80 p.

Duranton G. & Turner M., 2011, "The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities", *American Economic Review*, vol. 101, n° 6, p. 2616-2652.

ECMT, 2007, *Managing Urban Traffic Congestion*, Paris, European Conference of Ministers of Transport and Organisation for Economic Co-operation and Development, 295 p.

Faivre d'Arcier, 2000, "Hypothetical Situations: The Attempt to Find New Behavioural Hypotheses", in *Transport Surveys: Raising the Standard*, TRB Transportation Research Circular, vol. E-C008, II-L, p. 1-18.

Faivre d'Arcier B., 2008, « Explorer les changements de comportements et d'attitudes face à l'automobilité », in Clochard F., Rocci A., Vincent S. (dir.), *Automobilités et altermobilités. Quels changements ?*, Paris, L'Harmattan, p. 133-145.

Farber S. & Páez A., 2011, "Running to stay in place: the time-use implications of automobile oriented land-use and travel", *Journal of Transport Geography*, vol. 19, n° 4, p. 782-793.

Fishman R., 1990, "Metropolis unbound: The new city for the twentieth century", *Flux*, vol. 6, n° 1, p. 43-55.

Flonneau M., 2008, *Les cultures du volant : essai sur les mondes de l'automobilisme XXe-XXIe siècles*, Paris, Autrement, 219 p.

Gakenheimer R. & Zegras C., 2004, "Drivers of travel demand in cities of the developing world", in *Mobility 2030*, Geneva, World Business Council for Sustainable Development, p. 156-171.

Gallez C. & Kaufmann V., 2009, « Aux racines de la mobilité en sciences sociales : contribution au cadre d'analyse socio-historique de la mobilité urbaine », in Flonneau M., Guigueno V. (dir.), *De l'histoire des transports à l'histoire de la mobilité ?*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, p. 41-55.

Garreau J., 1991, *Edge City: Life on the New Frontier*, New York, Doubleday, 471 p.

Goldman Sachs, 2003, *Dreaming with BRICs: The Path to 2050*, Global Economics Paper n° 99, New York, Goldman Sachs, 24 p.

Goodwin P., 1989, "The 'Rule of Three': a possible solution to the political problem of competing objectives for road pricing", *Traffic Engineering and Control*, vol. 30, n° 10, p. 495-497.

Goodwin P., 1999, "Transformation of transport policy in Great Britain", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 33, n° 7, p. 655-669.

Goodwin P., 2004, *The economic costs of road traffic congestion*, London, University College London, The Rail Freight Group, 26 p.

Goodwin P., Jones P., Polak J., Bonsall P. & Bates J., 1992, *Adaptive Responses to Congestion: Proposals for a Research Programme*, TSU Working Paper n° 736, Oxford, Transport Studies Unit, Oxford University.

Graham S. & Marvin S., 2001, *Splintering Urbanism: Networked Infrastructures, Technological Mobilities and the Urban Condition*, London, Routledge, 512 p.

Grant-Muller S. & Laird J., 2006, *Costs of Congestion: Literature Based Review of Methodologies and Analytical Approaches*, Edinburgh, Scottish Executive Social Research, 79 p.

Gwilliam K., 2002, *Cities on the Move. A World Bank Urban Transport Strategy Review*, Washington DC, World Bank, 206 p.

Haight F., 1963, *Mathematical theories of traffic flow*, New York, Academic Press, 255 p.

Hall P., 1988, "Impact of new technologies and socio-economic trends on urban form and functioning", in *OECD Urban Development and Impacts of technological, economic and socio-demographic Changes*, Report of an Expert Meeting, Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development, p. 22-29.

Hoornbeek J. & Schwarz T., 2009, *Sustainable Infrastructure in Shrinking Cities*, Kent, Kent State University, 35 p.

Hubert J.-P. & Madre J.-L., 2002, « L'équipement en automobile dans différents contextes urbains », in Bussière Y., Madre J.-L. (dir.), *Démographie et transport : villes du nord et villes du sud*, Paris, L'Harmattan, p. 23-43.

Hwang K-Y, 2007, "Cheonggyecheon Restoration and Downtown Revitalization", in *When Creative Industries Crossover with Cities*, Honk Kong, The Hong Kong Institute of Planners, Urban Planning Society of China, p. 82-89.

Ingram G. K & Liu Z., 1999, *Determinants of Motorization and Road Provision*, World Bank Policy Research Working Paper, Washington DC, World Bank, 34 p.

INRIX, 2011, *INRIX National Traffic Scorecard 2010 Annual Report. Back on the Road to Gridlock*, Kirkland, INRIX, 166 p.

Institute of Transportation Studies Berkeley, 2012, "A Closer Look at Congestion Pricing on the Bay Bridge", *Berkeley Transportation Letter*: <http://its.berkeley.edu>, vol. 3, n° 1, consulté le 19 janvier 2012.

IRF, 2010, *Excerpt of the IRF World Road Statistics 2009*, Geneva, International Road Federation, 48 p.

Jacobs J., 1991 [1961], *Déclin et survie des grandes villes américaines*, Liège, P. Mardaga, 435 p.

Jones P., 1979, "Methodology for Assessing Transportation Policy Impacts", *Transportation Research Record*, vol. 723, p. 52-58.

Jones P., 1980, "Experience with Household Activity-Travel Simulator (HATS)", *Transportation Research Record*, vol. 765, p. 6-12.

de Jong G., Kouwenhoven M., Kroes E., Rietveld P. & Warffemius P., 2009, "Preliminary Monetary Values for the Reliability of Travel Times in Freight Transport", *EJTIR*, vol. 9, n° 2, p. 83-99.

Kenworthy J., 2011, "An international comparative perspective on fast-rising motorization and automobile dependence", in Dimitriou H., Gakenheimer R. (eds.), *Urban Transport in the Developing World: A Handbook of Policy and Practice*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing, p. 71-112.

Knight F. H., 1924, "Some Fallacies in the Interpretation of Social Cost", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 38, n° 4, p. 582-606.

Kolm S.-C., 1968, *La Théorie économique générale de l'encombrement*, Paris, S.É.D.É.I.S, 82 p.

Koziol M., 2004, "The Consequences of Demographic Change for Municipal Infrastructure", *German Journal of Urban Studies*, vol. 44, n° 1, p. 1-7.

Kurani K., Turrentine T. & Sperling D., 1994, "Demand for electric vehicles in hybrid households: an exploratory analysis", *Transport Policy*, vol. 1, n° 4, p. 244-256.

Lam T. & Small K., 2001, "The value of time and reliability: measurement from a value pricing experiment", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 37, n° 2-3, p. 231-251.

Lee-Gosselin M., 1990, "The Dynamic of Car Use Patterns under Different Scenarios: A Gaming Approach", in Jones P. (ed.), *Transport research: new developments in dynamic and activity-based approaches*, Aldershot, Gower Press, p. 250-271.

Lee-Gosselin M., 1996, "Scope and potential of Interactive Stated Response data collection methods", in *Conference on Household Travel Surveys: New Concepts and Research Needs*, *Transportation Research Board*, Conference Proceedings 10, Washington DC, National Academy Press, p. 115-133.

Li Z. & Hensher D., 2012, "Congestion charging and car use: A review of stated preference and opinion studies and market monitoring evidence", *Transport Policy*, vol. 20, n° 0, p. 47-61.

Lindsey R., 2006, "Do Economists Reach A Conclusion?", *Scholarly Comments on Academic Economics*, vol. 3, n° 2, p. 292-379.

Lorrain D., 2003, « Gouverner "dur-mou" : neuf très grandes métropoles », *Revue française d'Administration publique*, vol. 3, n° 107, p. 447-454.

Lyons G., Handy M., Dudley G., Chatterjee K., Anable J., Witshire P. & Susilo Y. O., 2008, *Public attitudes to transport: Knowledge review of existing evidence*, Report to the Department for Transport, London, Centre for Transport and Society, University of West England, 171 p.

Mahmassani H. & Chang G.-L., 1986, "Experiments with departure time choice dynamics of urban commuters", *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 20, n° 4, p. 297-320.

Mahmassani H. & Liu Y.-H., 1999, "Dynamics of commuting decision behaviour under advanced traveller information systems", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 7, n° 2-3, p. 91-107.

Marsden G. & Stead D., 2011, "Policy transfer and learning in the field of transport: A review of concepts and evidence", *Transport Policy*, vol. 18, n° 3, p. 492-500.

Maslow A., 1943, "A theory of human motivation", *Psychological Review*, vol. 50, p. 370-396.

Massot M.-H. & Orfeuil J.-P., 2004, « La mobilité dans 20 ans », in Allemand S., Ascher F., Lévy J. (dir.), *Les sens du mouvement*, Paris, Belin, p. 217-227.

Massot M.-H. & Orfeuil J.-P., 2005, « La mobilité au quotidien, entre choix individuel et production sociale », *Cahiers Internationaux de sociologie*, vol. CXVIII, p. 81-100.

Merlin P., 1991, *Géographie, économie et planification des transports*, Paris, Presses universitaires de France, 472 p.

Mitchell W., Borroni-Bird C. & Burns L., 2010, *Reinventing the Automobile: Personal Urban Mobility for the 21st Century*, Cambridge, the Massachusetts Institute of Technology Press, 240 p.

Mogridge M., 1990, *Travel in towns: jam yesterday, jam today and jam tomorrow?*, London, Macmillan, 308 p.

Mokhtarian P. & Salomon I., 2001, "How derived is the demand for travel? Some conceptual and measurement considerations", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 35, n° 8, p. 695-719.

Mokhtarian P., Raney E. & Salomon I., 1997, "Behavioral response to congestion: identifying patterns and socio-economic differences in adoption", *Transport Policy*, vol. 4, n° 3, p. 147-160.

Orfeuil J.-P., 1994, *Je suis l'automobile*, La Tour d'Aigues, Editions de l'Aube, 95 p.

Orfeuil J.-P., 2000, « L'évolution de la mobilité quotidienne : comprendre les dynamiques, éclairer les controverses », *Synthèse INRETS*, n° 37, 146 p.

Orfeuill J.-P., 2008, *Une approche laïque de la mobilité*, Paris, Descartes & Cie, 173 p.

Orfeuill J.-P., 2011e, « Le “droit à la mobilité”, aujourd’hui et demain », in Gay C., Kaufmann V., Landriève S., Vincent-Geslin S. (dir.), *Mobile Immobile Quels choix, quels droits pour 2030*, La Tour d’Aigues, Éditions de l’Aube / Forum vies mobiles, p. 48-59.

Owens S. & Cowell R., 2011, *Land and limits: Interpreting sustainability in the planning process*, Abingdon, Routledge, 249 p.

Pigou A., 1912, *Wealth and welfare*, London, Macmillan and co, 493 p.

Piron V., 1997, « L’acceptabilité politique du péage routier. Quelques exemples », *Transports*, n° 385, p. 317-326.

Polak J. & Jones P., 1997, “Using stated preference techniques to examine traveller preferences and responses”, in Stopher P., Lee-Gosselin M. (eds.), *Understanding Travel Behaviour in an Era of Change*, Oxford, Pergamon Press, p. 177-207.

Poullit J., 2005, *Le territoire des hommes*, Paris, Bourin Editeur, 349 p.

Prud’homme R., 1999, *La congestion et ses coûts*, Paris, Université Paris 12 Paris-Est Créteil, 12 p.

Prud’homme R. & Bocarejo J. P., 2005, “The London congestion charge: a tentative economic appraisal”, *Transport Policy*, vol. 12, n° 3, p. 279–287.

Prud’homme R. & Kopp P., 2007, « Le péage de Stockholm : évaluation et enseignement », *Transports*, n° 443, p. 175-189.

Pumain D., 2006a, « Agglomération », in Pumain D., Paquot T., Kleinschmager R. (dir.), *Dictionnaire la ville et l’urbain*, Paris, Economica, p. 6-9.

Pumain D., 2006b, « Aire métropolitaine », in Pumain D., Paquot T., Kleinschmager R. (dir.), *Dictionnaire la ville et l’urbain*, Paris, Economica, p. 11.

Raux C., 2007, *Le péage urbain*, Paris, La Documentation française, 92 p.

Rey A., 2000, *Dictionnaire Historique de la langue française*, Paris, Le Robert.

SACTRA (Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment), 1994, *Trunk roads and the generation of traffic*, London, HMSO, 264 p.

Salomon I. & Mokhtarian P., 1997, “Coping with congestion: Understanding the gap between policy assumptions and behavior”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 2, n° 2, p. 107-123.

Santos G. & Bhakar J., 2006, "The impact of the London congestion charging scheme on the generalised cost of car commuters to the city of London from a value of travel time savings perspective", *Transport Policy*, vol. 13, n° 1, p. 22-33.

Sarzynski A., Wolman H., Galster G. & Hanson R., 2006, "Testing the Conventional Wisdom about Land Use and Traffic Congestion: The More We Sprawl, the Less We Move?", *Urban Studies*, vol. 43, n° 3, p. 601-626.

Schetke S. & Haase D., 2008, "Multi-criteria assessment of socio-environmental aspects in shrinking cities. Experiences from eastern Germany", *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 28, n° 7, p. 483-503.

Schrank D. & Lomax T., 2010, *TTI's 2010 Urban Mobility Report*, College Station, Transportation Texas Institute, 148 p.

Schrank D. & Lomax T., 2011, *TTI's 2011 Urban Mobility Report*, College Station, Transportation Texas Institute, 147 p.

Stern E., 1998, "Travel Choice in Congestions: Modelling and Research Needs", in Garling T., Laitila T., Westin K. (eds.), *Theoretical Foundations of Travel Choice Modeling*, Oxford, Pergamon Press, p. 173-200.

Stern E., 2002, "Congestion in Europe: Measurements, patterns and policies", in Stern E., Salomon I., Bovy P. (eds.), *Travel behaviour: spatial patterns, congestion and modelling*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing, p. 218-232.

Szalai S., 1972, *The use of time: Daily activities of urban and suburban populations in twelve countries*, The Hague, Mouton, 868 p.

Tennøy A., 2010, "Why we fail to reduce urban road traffic volumes: Does it matter how planners frame the problem?", *Transport Policy*, vol. 17, n° 4, p. 216-223.

TfL, 2005, *Central London Congestion Charging Impacts monitoring Third Annual Report*, London, Transport for London, 163 p.

TfL, 2007, *Central London Congestion Charging Impacts monitoring Fifth Annual Report*, London, Transport for London, 279 p.

Topalov C., 1990, « La ville « congestionnée ». Acteurs et langage de la réforme urbaine à New York au début du XXe siècle », *Genèses*, vol. 1, n° 1, p. 86-111.

Transport & Mobility Leuven, 2011, *Commuting by Motorcycle: Impact Analysis. Final report commissioned by Febiac vzw*, Brussels, Transport & Mobility Leuven, 51 p.

TRB, 2000, *Highway Capacity Manual*, Washington DC, Transportation Research Board, 1 134 p.

TRB, 2001, *Traffic Flow Theory: A State of the Art Report*, Washington DC, Transportation Research Board, 386 p.

United Nations, 2011, *World Urbanization Prospects. The 2010 Revision Highlights and Advance Tables*, New York, United Nations, 164 p.

USFHWA, 2004, *Traffic Congestion and Reliability: Linking Solutions to Problems*, Washington DC, United States Federal Highway Administration, 104 p.

Vanderbilt T., 2008, *Traffic: Why We Drive the Way We Do*, New York, Knopf, 402 p.

Veltz P., 1996, *Mondialisation, villes et territoires : l'économie d'archipel*, Paris, Presses universitaires de France, 262 p.

Véron J., 2007, « La moitié de la population mondiale vit en ville », *Population et Sociétés*, vol. 435, p. 1-4.

Vickrey W., 1963, "Pricing in Urban and Suburban Transport", *American Economic Review*, vol. 53, n° 2, p. 452-465.

Vigour C., 2005, *La comparaison dans les sciences sociales : pratiques et méthodes*, Paris, La Découverte, 335 p.

Vovsha P., Bradley M. & Bowman J., 2004, "Activity-based travel forecasting models in the United States: Progress since 1995 and Prospects for the Future", *EIRASS Conference on Progress in Activity-Based Analysis*, Maastricht, 26 p.

Wachs M., 2002, "Fighting Traffic Congestion with Information Technology", *Issues in Science and Technology*, vol. 19, p. 43-50.

Wardman M. & Nicolás Ibáñez J., 2012, "The congestion multiplier: Variations in motorists' valuations of travel time with traffic conditions", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 46, n° 1, p. 213-225.

WBCSD, 2004, *Mobility 2030*, Geneva, World Business Council for Sustainable Development, 180 p.

WBCSD, 2009, *Mobility for Development*, Geneva, World Business Council for Sustainable Development, 100 p.

Weinstein A., 2006, "Congestion as a Cultural Construct: 'The Congestion Evil' in Boston in the 1890s and 1920s", *Journal of Transport History*, vol. 27 - 2, p. 95-115.

Weis C., Dobler C. & Axhausen K., 2010, "Stated Adaptation Survey of Activity Scheduling Reactions to Changing Travel Conditions: Field Work and Preliminary Results", *12th WCTR Conference*, Lisbon, 20 p.

Wiel M., 1999, *La transition urbaine ou le passage de la ville-pédestre à la ville-motorisée*, Sprimont, P. Mardaga, 149 p.

Womack J., Jones D. & Roos D., 1990, *The Machine that Changed the World*, New York, Rawson, 323 p.

Yeh C.-F., 2009, *Intermodalité et coûts des déplacements urbains dans les mégapoles. Les cas de Paris, Shanghai et Taipei*, Thèse de doctorat d'urbanisme sous la dir. de J.-P. Orfeuil, Paris, Université Paris-Est Créteil, 506 p.

Zahavi Y., 1974, *Travel time budgets and mobility in urban areas*, Washington DC, United States Department of Transportation.

Zahavi Y., 1976a, *The Unified Mechanism on Travel (UMOT) Model*, Washington DC, US Department of Transportation.

Zahavi Y., 1976b, *Travel Characteristics in Cities of Developing and Developed Countries*, Washington DC, World Bank.

1.2 Île-de-France

Andan O. & Faivre d'Arcier B., 2000, *Les comportements de choix d'itinéraire entre route et autoroute pour les déplacements régionaux (50 à 200 km)*, Rapport de synthèse pour le compte du SETRA, Lyon, Laboratoire d'Économie des Transports, 68 p.

ARCEP, 2010, *Les chiffres clé des communications électroniques en France. Chiffres 2009*, Paris, Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes, 6 p.

Barles S., 2006, « De l'encombrement à la congestion ou la récurrence des problèmes de circulation urbaine, XIXe -XXe siècles », in Descat S., Monin E., Siret D. (dir.), *La ville durable au risque de l'histoire*, Villeneuve d'Ascq, École nationale supérieure d'architecture et de paysage de Lille, p. 129-143.

Barles S. & Guillaume A., 1998, *La congestion urbaine en France (1800-1970)*, Paris, Plan urbanisme construction et architecture, 277 p.

Beaucire F. & Saint-Gérard T., 2001, « Les déplacements quotidiens, facteurs de différenciation socio-spatiale ? La réponse du périurbain en Île-de-France », *Géocarrefour*, vol. 76, n° 4, p. 339-347.

Beaufils S. & Bonvalet C., 2006, « Les trajectoires géographiques des Franciliens de 50 à 70 ans », *Note rapide*, n° 376, Paris, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Île-de-France, 6 p.

Berger M., 2000, « Paris : desserrement de l'habitat et des emplois », in Dureau F., Dupont V., Lelièvre E., Levy J.-P., Lulle Th. (dir.), *Métropoles en mouvement : une comparaison internationale*, Paris, Anthropos, p. 117-120.

Berger M., 2004, *Les périurbains de Paris : de la ville dense à la métropole éclatée ?*, Paris, CNRS, 317 p.

Boileau N., 1966 [1666], « Satire VI », *Œuvres complètes*, Paris, Gallimard, p. 34-37.

CCFA, 2006, *L'industrie automobile française. Analyse et statistiques*, Paris, Comité des Constructeurs Français de l'Automobile, 76 p.

CCFA, 2010, *L'industrie automobile française. Analyse et statistiques*, Paris, Comité des Constructeurs Français de l'Automobile, 84 p.

CGPC, 2005, *Autoroute A 14. Bilan LOTI. Avis du CGPC*, Paris, Conseil général des Ponts et Chaussées, 13 p.

Charrier R., 2008, « Les conditions du logement en Île-de-France », *Note rapide*, n° 450, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme Île-de-France, 4 p.

Conseil régional d'Île-de-France, 2008, *Schéma directeur d'Île-de-France*, Paris, Conseil régional d'Île-de-France, 246 p.

Courel J., 2007, *Portrait des Franciliens en mouvement*, Paris, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Île-de-France, 67 p.

Coutard O., Dupuy G. & Fol S., 2002, « La pauvreté périurbaine : dépendance locale ou dépendance automobile ? », *Espaces et sociétés*, vol. 108, n° 109, p. 155-76.

Darbéra R., 2008, « Rapport Attali : les craintes des taxis étaient-elles fondées ? », *Transport*, n° 448, p. 86-91.

Délégation générale au district de la région de Paris, 1965, *Schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme de la région de Paris*, Paris, La Documentation française.

DIRIF, 2010, *Les déplacements sur les réseaux des voies rapides urbaines d'Ile de France en 2009*, Créteil, Direction Interdépartementale des Routes d'Île-de-France, 29 p.

DIRIF, 2011, *Baromètre d'image des VRU en Ile de France. Les points forts de l'enquête de 2009*, Créteil, Direction Interdépartementale des Routes d'Île-de-France, 2 p.

Diziain R., 2009, « Construction de bureaux : proche du métro, loin de l'objectif polycentrique », *Note rapide*, n° 490, Paris, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme Île-de-France, 4 p.

Doré J. & Piot D., 2008, *Évaluation de la compréhension par les usagers de la signalisation et du mode de fonctionnement du dispositif d'exploitation dynamique du tronçon commun aux autoroutes A4 et A86*, rapport d'étude DIRIF, Versailles, INRETS, 115 p.

DREIF, 2004, *Les déplacements des Franciliens en 2001-2002. Enquête globale de transport*, rapport de synthèse, Paris, Direction régionale de l'Équipement d'Île-de-France, 43 p.

Dreyfus J., 2005, *Le profil des déplacements journaliers en transports en commun et voiture particulière*, Cahier de l'Enquête Globale de Transport n° 2, Paris, Direction régionale de l'Équipement d'Île-de-France, 22 p.

Dron D. & Cohen de Lara M., 2000, *Pour une politique soutenable des transports : rapport au Ministre de l'environnement*, Paris, La Documentation française, 413 p.

Dumont G.-F., 2010, « Déclin ou renouveau des centres-villes ? », in Dumont G.-F. (dir.), *La France en villes*, Paris, Sedes, p. 265-276.

Estèbe P. & Le Galès P., 2003, « La métropole parisienne : à la recherche du pilote ? », *Revue française d'administration publique*, vol. 3, n° 107, p. 345-356.

Faivre d'Arcier B., Nicolas J.-P. & Andan N., 1996, *Les réactions à la voiture électrique, recherche exploratoire sur les comportements et les attitudes des ménages*, rapport n° 210, Arcueil, INRETS, 97 p.

Flonneau M., 2003, *L'automobile à la conquête de Paris : chroniques illustrées*, Paris, Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées, 287 p.

Flonneau M., 2004, « De l'illusion d'une permanence. Les automobiles parisiennes, des embarras de la ville aux embouteillages de l'agglomération », in Bantigny L., Benain A., Le Roux M. (dir.), *Printemps d'histoire : la khâgne et le métier d'historien*, Paris, Perrin, p. 338-344.

Flonneau M., 2005, *Paris et l'automobile : un siècle de passions*, Paris, Hachette littératures, 348 p.

Glachant M. & Bureau B., 2004, *Évaluation des effets distributifs de différentes politiques de transport urbain en Île-de-France*, rapport pour la Mission Interministérielle de l'Effet de Serre dans le cadre du programme Gestion et Impacts du Changement Climatique, Paris, CERNA, 119 p.

IAU îdF, 2009, *Sécurité routière et usage des deux-roues motorisés en Île-de-France*, Paris, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme Île-de-France, 55 p.

IAURIF, 2004, *Le transport de marchandises par VUL en Île-de-France*, Paris, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Île-de-France, 157 p.

INSERM & IFSTTAR, 2011, *Téléphone et sécurité routière*, Paris, Éditions INSERM, 283 p.

IVM & GfK, 2007, *Les résultats d'une enquête internationale sur les publics du taxi*, Paris, Institut pour la Ville en Mouvement, 6 p.

Koning M., 2010, *The Social Cost of Road Congestion in Île-de-France Region (and France): Empirical Evidences from the Paris Ring-Road*, Paris, Centre d'Économie de la Sorbonne, 34 p.

Kopp P., 2011, "The unpredicted rise of motorcycles: A cost benefit analysis", *Transport Policy*, vol. 18, n° 4, p. 613-622.

de Lara M., de Palma A., Kilani M. & Piperno S., 2008, *Congestion pricing and long term urban form: Application to Île-de-France*, Cahier n° 2008-14, Palaiseau, Département d'Économie, École Polytechnique, 39 p.

Le Galès P. & Lorrain D., 2003, « La métropole parisienne : à la recherche du pilote ? », *Revue française d'administration publique*, vol. 3, n° 107, p. 305-317.

Lejoux P. & Raux C., 2009, *CarbonAuto : résultats de l'Enquête Interactive de Réponses Déclarées*, rapport pour le compte de l'ADEME et du PREDIT, Lyon, Laboratoire d'Économie des Transports, 68 p.

Leroi P., 2006, *L'économie en Île-de-France : Tendances et dynamiques. Carte de synthèse 2006*, Paris, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'Île-de-France, 20 p.

Leurent F. & Breteau V., 2009, "On the Marginal Cost of Road Congestion: an Evaluation Method with Application to the Paris Region", *European Transport Conference*, Leuvenhorst, NL, 12 p.

Louchart P., 2008, « Regain démographique en proche couronne », *Note rapide*, n° 449, Paris, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme Île-de-France, 4 p.

Mairie de Paris, 2007a, *Charte des deux-roues motorisés à Paris*, Paris, Mairie de Paris, 18 p.

Mairie de Paris, 2007b, *Projet de Plan de Déplacements de Paris*, Paris, Mairie de Paris, 178 p.

Mairie de Paris, 2010, *Le bilan des déplacements en 2008 à Paris*, Paris, Mairie de Paris, 88 p.

Mairie de Paris, 2011, *Le bilan des déplacements en 2009 à Paris*, Paris, Mairie de Paris, 84 p.

Mary-Portas F.-L. & Jacob O., 2010, « Accélération de la croissance démographique régionale », in INSEE Île-de-France, *Regard sur... l'année économique et sociale 2009*, Paris, Paris, INSEE Île-de-France, p. 8-9.

Massot M.-H., 2000, « Praxitèle, un concept, un service, une expérimentation : bilan d'un prototype », *TEC*, n° 159, p. 25-32.

Massot M.-H. & Armoogum J., 2002, « Évaluation des potentiels de réduction des trafics automobiles dans le cas de la zone dense francilienne », *Recherche Transports Sécurité*, n° 77, p. 259-280.

Massot M.-H. (dir.), 2010, *Mobilités et modes de vie métropolitains. Les intelligences du quotidien*, Paris, L'Œil d'Or, 332 p.

Mathieu-Huber D., 2007, *La mobilité des périurbains lointains d'Île-de-France. Usage des réseaux et sécurité des déplacements*, Thèse de doctorat de géographie sous la dir. de G. Dupuy, Paris, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 320 p.

Motte-Baumvol B., 2007, « Les populations périurbaines face à l'automobile en grande couronne francilienne », *Noröis*, vol. 4, n° 205, p. 53-66.

Navarre D., 2010, « La saga des rocades de métro au cœur de la région capitale », *Note rapide*, n° 2502, Paris, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme Île-de-France, 6 p.

Offner J.-M., 2007, *Le Grand Paris*, Paris, La Documentation française, 119 p.

OMNIL, 2011, *Les Transports en Commun en Chiffres. Edition 2011*, Paris, Observatoire de la Mobilité en Île-de-France, 64 p.

Orfeuü J.-P., 2011a, « La consistance actuelle des réseaux et les projets d'extension en région Île-de-France », *La Fabrique du Mouvement* : <http://movemaking.com>, consulté le 23 avril 2011.

Orfeuü J.-P., 2011b, « La mobilité en Île-de-France », *La Fabrique du Mouvement* : <http://movemaking.com>, consulté le 23 avril 2011.

Orfeuü J.-P., 2011c, « L'expression politique du centre de la région : la politique de la mairie de Paris depuis 2002 et le Plan de déplacements de Paris », *La Fabrique du Mouvement* : <http://movemaking.com>, consulté le 23 avril 2011.

Orfeuü J.-P., 2011d, « Les acteurs du système Transport en région Île-de-France », *La Fabrique du Mouvement* : <http://movemaking.com>, consulté le 23 avril 2011.

Orfeuü J.-P. Massot M.-H. & Proulhac L., 2006, *Regard sur la plaquette « Bilan des déplacements » à Paris*, Rapport pour les Conseils scientifiques de la Ville de Paris, 28 p.

de Palma A. & Lindsey R., 2006, « Modelling and evaluation of road pricing in Paris », *Transport Policy*, vol. 13, n° 2, p. 115-126.

Polacchini A. & Orfeuü J.-P., 1999, « Les dépenses des ménages franciliens pour le logement et les transports », *Recherche Transports Sécurité*, n° 63, p. 31-46.

Prud'homme R., 2010, « La mobilité quotidienne des riches et des pauvres », *L'Expansion-Énergie*, 9 juin.

Prud'homme R. & Sun Y.-M., 2000, « Le coût économique de la congestion du périphérique parisien : une approche désagrégée », *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 37, p. 59-73.

Prud'homme R., Kopp P. & Bocarejo J. P., 2005, « Évaluation économique de la politique parisienne des transports », *Transports*, n° 434, p. 346-359.

Raux C., Andan O. & Faivre d'Arcier B., 1995, *Les réactions au péage urbain. Enquête exploratoire. Études & Recherches*, Lyon, Laboratoire d'Économie des Transports, 163 p.

Ricroch L. & Roumier B., 2010, « Depuis 11 ans, moins de tâches ménagères, plus d'Internet », *INSEE PREMIÈRE*, n° 1377, Paris, INSEE, 4 p.

Sagot M., 2011a, « Niveaux de vie des Franciliens en 2008 : situation régionale et départementale », *Note rapide*, n° 550, Paris, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme Île-de-France, 4 p.

Sagot M., 2011b, « Niveaux de vie des Franciliens en 2008 : les disparités territoriales se creusent », *Note rapide*, n° 551, Paris, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme Île-de-France, 6 p.

Saigault J.-F., 2006, « Les zones d'activités économiques en Île-de-France : un puissant réseau », *Les Cahiers de l'IAURIF*, n° 145, Paris, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région d'Île-de-France, p. 41-54.

Sajous P., 2003, *L'automobilité périurbaine en France : une façon d'habiter*, Thèse de doctorat de géographie sous la dir. de G. Dupuy, Paris, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 295 p.

Salembier L., 2007, « D'ici 2030, 1 million de Franciliens supplémentaires », *INSEE Île-de-France à la page*, n° 286, Paris, INSEE Île-de-France, 4 p.

SESP, 2008, « Les véhicules utilitaires légers en 2006 », *SESP Infos rapides Transport*, n° 349, Paris La Défense, Service Économie Statistiques et Prospective du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, 4 p.

STIF, 2009, *Diagnostic et orientations pour le nouveau Plan de Déplacements Urbains d'Île-de-France*, Paris, Syndicat des Transports d'Île-de-France, 58 p.

STIF, 2011, *Plan de Déplacements Urbains d'Île-de-France*, Paris, Syndicat des Transports d'Île-de-France, 239 p.

Studený C., 1995, *L'invention de la vitesse : France, XVIIIe-XXe siècle*, Paris, Gallimard, 408 p.

Thévenin T., Chardonnel S. & Cochey É., 2007, « Explorer les temporalités urbaines de l'agglomération de Dijon. Une analyse de l'Enquête-Ménage-Déplacement par les programmes d'activités », *Espace populations sociétés*, n° 2-3, p. 179-190.

URF, 2010, *Faits et chiffres 2010 : statistiques des transports en France et en Europe*, Paris, Union Routière de France, 129 p.

Vincent S., 2008a, « Le covoiturage : une pratique multiforme, sociale, mais durable ? », in Clochard F., Rocci A., Vincent S. (dir.), *Automobilités et altermobilités. Quels changements ?*, Paris, L'Harmattan, p. 239-249.

Vincent S., 2008b, *Les « altermobilités » : analyse sociologique d'usages de déplacements alternatifs à la voiture individuelle. Des pratiques en émergence ?*, Thèse de doctorat de sociologie sous la dir. de D. Desjeux, Paris, Université Paris 5 René Descartes, 417 p.

Wenglenski S., 2006, « Regards sur la mobilité au travail des classes populaires. Une exploration du cas parisien », *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 49, p. 103–127.

1.3 Région métropolitaine de São Paulo

Bocarejo J. P., 2011, « Villes en développement et droit à la mobilité », in Gay C., Kaufmann V., Landriève S., Vincent-Geslin S. (dir.), *Mobile Immobile Quels choix, quels droits pour 2030*, La Tour d'Aigues, Éditions de l'Aube / Forum vies mobiles, p. 97-107.

Cabanes R., 2009, « Quelle dialectique possible entre espace privé et espace public ? », in Cabanes R., Georges I. (dir.), *São Paulo: la ville d'en bas*, Paris, L'Harmattan, p. 421-450.

Caldeira T., 2000, *City of Walls: Crime, Segregation and Citizenship in São Paulo*, Berkeley, University of California Press, 512 p.

Henry E., 2008, « Coup de frein à la mobilité dans Saint Paul l'impétueuse », *Journée du 9 avril - Mégapoles, transports et mobilités : confrontations*, Paris, INRETS : <http://www.megapole.org>, consulté le 10 avril 2011.

Henry E. & Hubert J.-P., 2002, « São Paulo-Paris. Enjeux territoriaux de la motorisation et contrastes de la mobilité », in Bussière Y., Madre J.-L. (dir.) *Démographie et transport : villes du nord et villes du sud*, Paris, L'Harmattan, p. 319-359.

IPEA & ANTP, 1998, *Melhoria do transporte público com a redução dos congestionamentos*, Brasília, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 51 p.

ISSRC, 2004, *São Paulo Vehicle Activity Study*, La Habra, California, International Sustainable Systems Research Center, 86 p.

Lesteven G. & Alves B., 2011, “Behavioural Responses to Traffic Congestion. Findings from São Paulo and Paris”, *Transportes*, vol. 19, n° 2, p. 42-48.

Mahendra A., 2008, “Vehicle Restrictions in Four Latin American Cities: Is Congestion Pricing Possible?”, *Transport Reviews*, vol. 28, n° 1, p. 105-133.

Menna-Barreto Silva H., 2000, « São Paulo : la difficile gestion d'une inégalité croissante », in Dureau F., Dupont V., Lelièvre E., Levy J.-P., Lulle Th. (dir.), *Métropoles en mouvement : une comparaison internationale*, Paris, Anthropos, p. 401-410.

Metrô, 2007, *Pesquisa Origem e Destino 2007 - Região Metropolitana de São Paulo*, São Paulo, Companhia do Metropolitano de São Paulo.

Meyer R., Grostein M. & Biderman C., 2004, *São Paulo Metropole*, São Paulo, Edusp, 296 p.

Nardelli, 2007, “‘Motoboys’: The visible urban Face of Cyberspace in São Paulo City”, *III Fórum de Pesquisa FAU-Mackenzie*, São Paulo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 9 p.

Prefeitura de Município de São Paulo, 2007, *Plano Diretor Estratégico*, São Paulo, Prefeitura de Município de São Paulo, 188 p.

Rivière d’Arc H., 2006, « São Paulo, des espaces les plus pauvres aux espaces les plus riches, acceptation du dualisme ou utopie de la ‘mixité’ », *Revue Tiers Monde*, n° 185, p. 133–154.

Rocco R., 2007, *An Urban Geography of Globalisation: New Urban Structures in the Age of Hyper-connectivity*, PhD thesis under the supervision of H. J. Rosemann, Delft, Technische Universiteit Delft, 366 p.

Saglio-Yatzimirsky M.-C., 2004, « La croissance périurbaine de São Paulo : favelisation et dégradation environnementale », *Atelier du 15 novembre 2008 - Dynamiques périurbaines : population, habitat et environnement dans les périphéries des grandes métropoles*, Nogent-sur-Marne, CEPED : <http://www.ceped.org>, consulté le 8 avril 2011.

Santos M., 1990, *Metropole corporativa fragmentada: o caso de São Paulo*, São Paulo, Secretaria de Estado da Cultura, 117 p.

Secretaria dos Transportes Metropolitanos, 2006, *Plano Integrado de Transportes Urbanos 2025*, São Paulo, Governo de Estado de São Paulo, 199 p.

Secretaria Estadual de Logística e Transportes, 2010, *Plano Diretor Desenvolvimento dos Transportes 2010-2030*, São Paulo, Governo de Estado de São Paulo.

Somekh N. & Zioni S., 2008, « Raisons historiques de la concentration et de l’(im)mobilité », *Journée du 9 avril - Mégapoles, transports et mobilités : confrontations*, Paris, INRETS : <http://www.megapole.org>, consulté le 10 avril 2011.

de Souza M. A., 1998, *São Paulo : ville mondiale et urbanisme français sous les tropiques*, Paris, L’Harmattan, 163 p.

Stiel Neto A., Mutaf J. & Avlasevicius S., 2009, “Pelo espelho retrovisor: motoboys em trânsito”, *N.A.U. – Núcleo de Antropologia Urbana de Universidade de São Paulo*: <http://www.n-a-u.org>, consulté le 31 janvier 2012.

Strambi O. & van de Bilt K. A, 2002, “Untangling factors behind temporal evolution of mobility: Case of São Paulo, Brazil”, *Transportation Research Record*, vol. 1807, p. 137–143.

- Théry H., 2005, *Le Brésil*, Paris, Armand Colin, 286 p.
- Vasconcellos E., 2005a, "Transport metabolism, social diversity and equity: The case of São Paulo, Brazil", *Journal of Transport Geography*, vol. 13, n° 4, p. 329-339.
- Vasconcellos E., 2005b, "Urban change, mobility and transport in São Paulo: three decades, three cities", *Transport Policy*, vol. 12, n° 2, p. 91-104.
- Vasconcellos E., 2007, "Organização e gestão de sistemas de mobilidade", *Revista dos Transportes Públicos - ANTP*, vol. 29, n° 2, p. 37-64.
- Vasconcellos E., 2011a, "Congestionamento", *La Fabrique du Mouvement* : <http://movemaking.com>, consulté le 12 décembre 2011.
- Vasconcellos E., 2011b, "Uso das motocicletas", *La Fabrique du Mouvement* : <http://movemaking.com>, consulté le 12 décembre 2011.
- Vasconcellos E. & Sivak M., 2009, *Road Safety in Brazil: Challenges and Opportunities*, Ann Arbor, University of Michigan Transportation Research Institute, 52 p.
- Villas Boas Gabbi L., 2009, *Gouverner une mégapole : l'expérience de São Paulo*, Paris, L'Harmattan, 160 p.
- WBCSD, 2009, *Mobility for development. São Paulo, Brazil*, Geneva, World Business Council for Sustainable Development, 186 p.

1.4 Région métropolitaine de Mumbai

- Anand N., 2006, "Disconnecting Experience: Making World-Class Roads in Mumbai", *Economic and Political Weekly*, vol. 41, n° 31, p. 3422-3429.
- Baker J., Basu R., Cropper M., Lall S. & Takeuchi A., 2005, *Urban poverty and transport: the case of Mumbai*, Policy Research Working Paper n° 3693, Washington DC, World Bank, 81 p.
- Balakrishnan B., 2006, "Urban Transportation in Mumbai", in Mehrotra R., Joshi P., Shetty P., Menzes B. (eds.), *Mumbai Reader 06*, Mumbai, Urban Design Research Institute, p. 38-47.
- Banerjee-Guha S., 2010, "Revisiting Accumulation by Dispossession: Neoliberalising Mumbai", in Banerjee-Guha S. (ed.), *Accumulation by Dispossession: Transformative Cities in the New Global Order*, Los Angeles, Sage, p. 198-226.
- Baviskar A., 2011, *Elite and Everyman: The Cultural Politics of the Indian Middle Classes*, New Delhi, Routledge India, 480 p.

Bertaud A., 2004, *Mumbai FSI conundrum: The perfect storm; the four factors restricting the construction of new floor space in Mumbai*, Working paper: <http://alain-bertaud.com>, consulté le 31 janvier 2012.

Bombay First & McKinze, 2003, *Vision Mumbai. Transforming Mumbai into a world-class city.*, Mumbai, Bombay First, 32 p.

Charrin E., 2007, *L'Inde à l'assaut du monde*, Paris, Grasset & Fasquelle, 327 p.

CRRI, 1983, *Planning of Road System for Bombay Metropolitan Region, Volume I, Traffic and Transportation Studies*, New Delhi, Central Road Research Institute.

D'Monte D., 2002, *Ripping the Fabric: The Decline of Mumbai and its Mills*, New Delhi, Oxford University Press, 280 p.

D'Monte D., 2010, "Urban Transport Projects in a Globalised Scenario", in Banerjee-Guha S. (ed.), *Accumulation by Dispossession: Transformative Cities in the New Global Order*, Los Angeles, Sage, p. 169-181.

Dossal M., 2010, *Theatre of Conflict, City of Hope: Mumbai 1660 to Present Times*, New Delhi, Oxford University Press, 344 p.

Grimaud E., 2010, « Figures du trafic. Ethnographie cinétique d'un carrefour sans feux », *Tracés. Revue de Sciences humaines*, n° 18, p. 23-44.

Knöflacher H., 2007, "Planning for Urban Transport in the Age of Global Warming", *First TRIPP Annual Lecture – 14th December*, Delhi, Indian Institute of Technology.

Lesteven G., 2011, "Traffic Congestion in Mumbai: Will Public Authorities take the Opportunity to leapfrog?", in Joshi P., Mathew I. (eds.), *Mumbai Reader 09*, Mumbai, Urban Design Research Institute, p. 400-407.

MMRDA, 2009a, *Basic Transport and Communication Statistics for Mumbai Metropolitan Region*, Mumbai, Mumbai Metropolitan Region Development Authority.

MMRDA & LEA, 2008, *Comprehensive Transport Study for Mumbai Metropolitan Region*, Mumbai, Mumbai Metropolitan Region Development Authority, 569 p.

Mohan D., Tsimhoni O., Sivak M. & Flannagan M., 2009, *Road Safety in India: Challenges and Opportunities*, Ann Arbor, University of Michigan Transportation Research Institute, 62 p.

Murthy P. & Viswanath S., 2006, "Urban Traffic and Transportation Management", in Observer Research Foundation (ed.), *Mumbai Vision 2015: Agenda for Urban Renewal*, Mumbai, Palgrave MacMillan, p. 47-73.

NCAER, 2004, *The Great Indian Middle Class: Results from the NCAER Market Information Survey of Households*, New Delhi, National Council of Applied Economic Research, 224 p.

Parasuraman S., 2007, "Uncovering the Myth of Urban Development in Mumbai", *Urban Age India Conference – 1-3 November*, Mumbai, Urban Age: <http://urban-age.net>, consulté le 15 avril 2011.

Prud'homme R., 2007, *Seven Notes on Mumbai's Growth and How to Finance It*, working paper: <http://www.rprudhomme.com>, consulté le 10 février 2012, 66 p.

Saglio-Yatzimirsky M.-C., 2002a, *Intouchable Bombay. Le bidonville des travailleurs du cuir*, Paris, CNRS Éditions, 326 p.

Saglio-Yatzimirsky M.-C., 2002b, « Mosaïque sociale et société de castes, un obstacle au développement ? », in Saglio-Yatzimirsky M.-C. (dir.), *Population et développement en Inde*, Paris, Ellipses, p. 87-105.

Sundaram P. S. A., 2000, « Mumbai », in Dureau F., Dupont V., Lelièvre E., Levy J.-P., Lulle Th. (dir.), *Métropoles en mouvement : une comparaison internationale*, Paris, Anthropos, p. 565-579.

WS Atkins, 1994, *Comprehensive Transport Plan for Bombay Metropolitan Region. Final Report*, Bombay, WS Atkins, 264 p.

Wilbur Smith Associates & Ministry of Urban Development, 2008, *Study on Traffic and Transportation Policies And Strategies in Urban Areas in India*, New Delhi, Ministry of Urban Development, 114 p.

Zérah M.-H., 2007, "Middle Class Neighbourhood Associations as Political Players in Mumbai", *Economic and Political Weekly*, vol. 42, n° 47, p. 61-68.

Zérah M.-H., 2008, "Splintering urbanism in Mumbai: Contrasting trends in a multilayered society", *Geoforum*, vol. 39, n° 6, p. 1922-1932.

Zérah M.-H., 2009, « Une « Vision Mumbai » pour transformer la ville » ou la difficulté à (re)penser la gouvernance métropolitaine », *EchoGéo* : <http://echogeo.revues.org>, n° 10, consulté le 16 septembre 2011, 15 p.

2. Littérature grise

2.1 Générale

Lesteven G., 2008, *La congestion automobile aux États-Unis. Pourquoi et comment le pays le plus motorisé du monde ne paraît-il pas souffrir de la congestion automobile ?*, Mémoire de Master 2 Recherche sous la dir. de G. Dupuy, Paris, Renault – Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 78 p.

Rayatnazari A., 2007, *Stratégies d'adaptation à la congestion dans les grandes métropoles. La problématique de la congestion dans le système urbain de Téhéran*, Mémoire de Master sous la dir. de G. Dupuy, Paris, ParisTech Fondation Renault, 71 p.

2.2 Île-de-France

ADEME, 2005, *Plan de déplacements d'entreprise de l'Institut Gustave Roussy de Villejuif (94)*, Paris, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, 4 p.

AXA Prévention, 2007, 19 septembre, « Les scooters jugés dangereux à la fois par 57% des automobilistes et 58% des motards. Enquête TNS Sofrès pour Axa Prévention » *Communiqué de presse* : <http://www.wmaker.net/axapress>, consulté le 31 janvier 2012.

DIRIF, 2008, *Régulation des accès aux voies rapides urbaines d'Île-de-France*, présentation interne, 32 p.

Engel R., 2000, *Les coûts externes de l'automobile*, rapport interne, Guyancourt, Renault.

Gagnière V., 2012, *Impacts des mutations socio-économiques et territoriales sur l'accessibilité francilienne : quels enjeux pour l'offre ferroviaire ?*, document de travail, Paris, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

Grébert J., 2004, *Avant-projet recherche Predit GOI - Congestion routière, saturation des réseaux de transports collectifs, contraintes sur les systèmes urbains*, note interne, Guyancourt, Renault, 2 p.

Grébert J., 2005, *Réponse à l'appel à proposition du Predit - « Vivre avec la congestion ». Entre opérateurs et usagers, la saturation des réseaux comme enjeu stratégique*, note interne, Guyancourt, Renault, 28 p.

Grébert J., 2008, *Fiche de proposition de sujet pour une convention CIFRE - La congestion des systèmes urbains en Europe, Iran, Inde. Stratégies d'acteurs comparées et opportunités de services*, note interne, Guyancourt, Renault, 3 p.

IGR, 2010, 20 septembre, « L’Institut Gustave Roussy organise une “Journée de la mobilité” », *Communiqué de presse* : <http://www.igr.fr>, consulté le 31 janvier 2012.

INSEE, 2006, *Recensement général de la population 2006*, Paris, Institut National de la Statistique et des Études Économiques : <http://www.recensement-2006.insee.fr>, consulté le 20 octobre 2010.

INSEE, 2007, *Recensement général de la population 2007*, Paris, Institut National de la Statistique et des Études Économiques : <http://www.recensement.insee.fr>, consulté le 20 octobre 2010.

Kaboré P., 2008, *Diagnostic des déplacements domicile-travail dans le cadre du plan de déplacement entreprise pour les sites franciliens de Renault*, Mémoire de Master sous la dir. de M. Thébert, Paris, ParisTech Fondation Renault, 82 p.

Tillous M., 2005, *Congestion routière, saturation des réseaux de transport collectifs, contraintes sur les systèmes urbains. La congestion est-elle toujours un dysfonctionnement que politiques, exploitants et usagers cherchent conjointement – ou non – à résoudre ?*, Mémoire de DESS sous la dir. de F. Beaucire, Paris, Renault - Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 106 p.

2.3 Région métropolitaine de São Paulo

DERSA, 2010, *Programa Rodaanel Mario Covas Trecho Norte. Estudo de Impacto Ambiental*, São Paulo, Desenvolvimento Rodoviário S. A, 146 p.

Governo do Estado de São Paulo, 2009, 4 de junho, “São Paulo terá Nova Marginal do Tietê”, *Notícia*: <http://www.saopaulo.sp.gov.br>, consulté le 22 décembre 2011.

Governo do Estado de São Paulo, 2010, 30 de março, “Trecho Sul do Rodoanel melhora trânsito e economiza tempo de viagem”, *Notícia*: <http://www.saopaulo.sp.gov.br>, consulté le 22 décembre 2011.

Governo do Estado de São Paulo, 2010, 19 de maio, “Nova pista da Marginal Tietê e Trecho Sul do Rodoanel aumentam em 28% a fluidez do trânsito na cidade”, *Notícia*: <http://www.saopaulo.sp.gov.br>, consulté le 22 décembre 2011.

Governo do Estado de São Paulo, 2010, 28 de junho, “Trânsito e transporte melhores”, *Notícia*: <http://www.saopaulo.sp.gov.br>, consulté le 22 décembre 2011.

Governo do Estado de São Paulo, 2011, 21 de agosto, “Governo do Estado investirá R\$ 31,6 bilhões na área de transportes”, *Notícia*: <http://www.saopaulo.sp.gov.br>, consulté le 22 décembre 2011.

Governo do Estado de São Paulo, 2011, 28 de agosto, “Rodoanel Mario Covas: tudo concluído em 2014”, *Notícia*: <http://www.saopaulo.sp.gov.br>, consulté le 22 décembre 2011.

IBGE, 2010, *Censo 2010*, Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: <http://www.censo2010.ibge.gov.br>, consulté le 8 avril 2011.

2.4 Région métropolitaine de Mumbai

Census of India, 2001, *Census 2001*, New Delhi, Ministry of Home Affairs, Government of India: <http://censusindia.gov.in>, consulté le 20 janvier 2012.

Census of India, 2011, *Census 2011*, New Delhi, Ministry of Home Affairs, Government of India: <http://censusindia.gov.in>, consulté le 20 janvier 2012.

Datar A., 2010, *Why Mumbai faces Traffic Jams more frequently in more areas? And car centric policies are making it worse*, Working Paper, Mumbai, Mumbai Environmental Social Network.

Datar A., 2011, *Matrix for ownership cost of a car per month and per km*, Working Paper, Mumbai, Mumbai Environmental Social Network.

MMRDA, 2009b, "Initiatives in Transport Sector in MMR", *Constru India 2009 – December 4*, Mumbai.

MTSU, 2008, *Report of the visit of Dr. Gyeng Chul Kim, Seoul Development Institute, Seoul, Korea to Mumbai, India - February, 18-19*, Mumbai, Mumbai Transformation Support Unit, 13 p.

3. Articles de presse

3.1 Généraux

Courrier International, 2010, 10 mai « Russie. Les automobilistes de Moscou se dressent contre l'abus de droit », article d'après *Novyé Izvestia*.

The Economist, 1998, September 3, "A survey of commuting: The unbridgeable gap. Or, why motorists always outsmart planners, economists and traffic engineers".

3.2 Île-de-France

Le Figaro, 2011, 5 mars, « Manifestation de motards taxis à Paris », dépêche AFP.

Le Monde, 2011, 26 mai, « Le futur tracé du Grand Paris Express ».

Le Monde, 2012, 25 janvier, « Critiques après un accident impliquant l'escorte de Morano », article de T. Lévêque, avec N. Bertin, édité par P. Vignal et G. Trequesser.

Motomag, 2011, 20 mars, « Périphérique : la police « poursuivra » la répression sur les deux-roues à Paris », propos de G. Tiran, commandant de la brigade du boulevard périphérique, recueillis par N. Grumel, <http://www.motomag.com>, consulté le 24 mars 2011.

Le Parisien, 2009, 29 avril, « Nous avons testé la voie réservée sur l'A 1 », article de J. Duffé et C. Sterlé.

Le Parisien, 2009, 9 septembre, « En guerre contre la voie des taxis sur l'A 1 ».

Le Parisien, 2011, 24 mai, « Demander une dérogation pour la voie antibouchons de l'A 4 », propos de G. Sauzet, responsable de la Direction des routes d'Île-de-France.

Le Parisien, 2011, 15 juin, « “Même avec le gyrophare, ça n'avance pas” Claude et Ridah ambulanciers ».

Le Parisien, 2011, 11 juillet, « Les bus auront leur voie réservée sur l'A 10 ».

Le Parisien, 2011, 19 septembre, « Vélizy 2 chouchoute ses 16 millions de clients ».

Le Parisien, 2011, 6 octobre, « Interdiction du kit mains libres ».

Le Parisien, 2011, 5 décembre, « Pour Delanoë, “Autolib va rendre la ville plus accessible” », Propos de B. Delanoë, Maire de Paris, recueillis par B. Hasse.

Le Point, 2011, 21 mars, « Manifestation de moto-taxis à Paris contre une nouvelle législation », dépêche AFP.

3.3 Région métropolitaine de São Paulo

Courrier International, 2008, 18 mars, « São Paulo au bord de l'asphyxie », article de C. Pati pour Istoé.

Folha de S. Paulo, 2010, 6 de maio, “Prefeito Kassab anuncia projeto que prevê fim do Minhocão”, artigo de E. Spinelli.

O Estado de São Paulo, 2006, 16 de maio, “Guerra do PCC: 96 mortos, 63 ônibus queimados e uma metrópole acuada pelo medo”.

O Estado de São Paulo, 2009, 3 de abril, “Congestionamento migra para estradas”, artigo de D. Gonzales.

O Estado de São Paulo, 2009, 30 de julho, “Municípios terão autonomia para regulamentar mototáxi”, artigo de N. Oscar

O Estado de São Paulo, 2009, 6 de setembro, “Depois do frango e do iogurte, o carro”, artigo de C. Silva.

O Estado de São Paulo, 2011, 31 de janeiro, “Carro compartilhado já tem 300 adeptos em SP”, artigo de F. Oda.

O Estado de São Paulo, 2011, 10 de outubro, “Congestionamento piora apesar de obras e restrições”, artigo de Agência Estado.

O Estado de São Paulo, 2011, 29 de novembro, “Motoboy deverá usar moto branca e colete em SP”, artigo de Agência Estado.

O Globo, 2008, 16 de setembro, “Diretor da CET diz que órgão faz ‘trabalho de enxugar gelo’”, artigo de L. Brito.

O Globo, 2011, 12 de maio, “Congestionamento em SP aumenta risco de assalto no trânsito, diz PM”, artigo de K. Tomaz e P. Toledo Piza.

Revista Época, 2010, 20 de março, “Pau na máquina eleitoral”, artigo de A. Bombig e L. Rocha com D. Venticinque.

Revista Época São Paulo, 2010, 1 de março, “Sinal aberto”, artigo de C. Hessel, E. Zanelato e N. Ziemkiewicz com C. Vannuchi e V. Ferreira.

Time Magazine, 2008, April 21, “The World’s Worst Traffic Jams”, article by A. Downie.

3.4 Région métropolitaine de Mumbai

DNA, 2010, March 5, “State government: Traffic restraint plan impractical”, article by H. Vyas.

DNA, 2011, June 30, “Looking back: Frustration and elation of building the Bandra Worli Sea Link”, article by G. Kaul and B. Chettiar.

DNA, 2011, July 7, “No more skywalks in Mumbai: MMRDA chief”, article by DNA Correspondent.

Down to Earth, 2011, January 11, “Spanner on Mumbai’s free floor space index”, article by R. Menon.

Hindustan Times, 2011, March 5, “Vision Mumbai 2052: go vertical”, article by K. Ghoge.

Hindustan Times, 2011, November 22, “Boost for water transport project in Mumbai”, article by HT Correspondent.

Times of India, 2009, June 25, “Govt plans to ease traffic chaos”, article by S. Deshpande.

Times of India, 2010, February 18, “Bhuleshwar rd widening runs into heritage hurdle”, article by S. Vyas.

Times of India, 2011, April 14, “Flyovers to form bridge to seamless traffic”, article by C. Tembhekar.

Times of India, 2011, May 20, “Permitting autos to enter island city is unreasonable”, article by S. Sen.

Times of India, 2011, July 04, “World Bank turns off the tap on MUTP”, article by C. Tembhekar.

Times of India, 2011, November 14, “Standoff over Worli-Haji Ali sea link construction”, article by A. D’Mello.

Times of India, 2011, November 24, “Shot in the arm for MTHL”, article by A. D’Mello.

Times of India, 2011, November 28, “Bottleneck rail bridge on JVLR to go before Jan”, article by C. Tembhekar.

ANNEXES

- Annexe 1.** **Tableau synthétique de la genèse du projet de thèse**
- Annexe 2.** **Liste des experts rencontrés**
- Annexe 3.** **Le déroulement de l'enquête interactive de réponses déclarées**
- Annexe 4.** **Les fiches de recrutement des ménages**
- Annexe 5.** **Les carnets de bord**
- Annexe 6.** **Les cartes à jouer**
- Annexe 7.** **Le questionnaire**
- Annexe 8.** **Captures d'écran du questionnaire en ligne**

Annexe 1. Tableau synthétique de la genèse du projet de thèse

Cette annexe complète l'introduction.

Tableau 35 - Tableau synthétique de la genèse du projet de thèse.

Auteur	Encadrement	Sujet de la recherche	Objet de la recherche	Acteurs analysés	Terrain(s) de la recherche
Marion TILLOUS 2005	DESS Aménagement Paris 1 (CRIA) - F.Beaucire & Renault - S.Feitler - J.Grébert	La congestion, un dysfonctionnement à résoudre ?	Étude globale de la congestion = congestion routière + saturation des réseaux de transports collectifs.	- Politiques - Exploitants - Usagers	<i>Monographie :</i> - Île-de-France - plus autres exemples (Strasbourg, Montréal)
Amir RAYATNAZARI 2007	Master ParisTech – Fondation Renault / ENPC - G.Dupuy & Renault - J.Grébert	Stratégies d'adaptation à la congestion à Téhéran.	Congestion routière dans un pays émergent.	- Pouvoirs publics - Opérateurs de transports publics - Opérateurs de transports privés (semi-collectifs) - Usagers	<i>Monographie :</i> - Téhéran, Iran.
Gaële LESTEVEN 2008	Master 2 Recherche Aménagement Paris 1 (CRIA) - G.Dupuy & Renault - J.Grébert	Pourquoi et comment les Etats-Unis ne paraissent-ils pas souffrir de la congestion ?	Congestion automobile dans un pays développé.	- Pouvoirs publics - Ménages (début d'analyse)	<i>Monographie :</i> - Seattle, États-Unis.
Gaële LESTEVEN 2008-2012	Doctorat CIFRE Géographie et Aménagement Paris 1 (CRIA) - G.Dupuy & Renault - J.Grébert	Stratégies d'adaptations à la congestion	Congestion automobile. Comparaison Nord/Sud	- Pouvoirs publics - Acteurs collectifs intermédiaires - Ménages	<i>Comparaison :</i> - Île-de-France, - São Paulo, Brésil, - Mumbai, Inde.

Annexe 2. Liste des experts rencontrés

Cette annexe complète le chapitre 5.

Le terme « collaboration » désigne les partenariats établis avec plusieurs experts présents dans cette liste, dans le cadre de la thèse.

Nous tenons à remercier vivement tous les experts cités, pour le temps qu'ils nous ont consacré.

- A. Concernant la région métropolitaine de São Paulo
- B. Concernant la région métropolitaine de Mumbai
- C. Concernant l'Île-de-France (et autres)

A. Entretiens au sujet de la région métropolitaine de São Paulo

Bianca ALVES, doctorante en ingénierie du trafic à l'Université de São Paulo, *collaboration*.

Marie-Charlotte BELLE, doctorante en histoire à l'Université Paris IV Paris-Sorbonne, rencontrée le 30 janvier 2009 à Paris.

Natalia CASTANHA, chef de projet à la direction du Produit, Renault do Brasil, *collaboration*.

Olga FIRKOWSKI, géographe, professeur à l'Université du Paraná, rencontrée le 12 décembre 2008 à Paris.

Sergio GAGLIARELI, réalisateur de films documentaires, rencontré le 23 septembre 2009 à São Paulo.

Marjorie KOCKANNY, chef de projet à la direction du Produit, Renault do Brasil, *collaboration*.

Marcelo LIOCHI, coordinateur Développement Durable au Consórcio Intermunicipal Grande ABC, rencontré le 29 septembre 2009 à São Paulo.

Wagner MARTINS, directeur du bureau d'études Logit Consultoria, rencontré le 10 octobre 2009 à São Paulo.

Sun MING, ingénieur trafic à la CET, rencontré le 7 octobre 2009 à São Paulo.

Denise PINHEIRO MACHADO, urbaniste, professeur à l'Université fédérale de Rio de Janeiro, rencontrée le 19 décembre 2008 à Paris.

Carlos RIZZI, doctorant en géographie à l'Université de São Paulo, rencontré le 22 octobre 2009 à São Paulo.

Roberto ROCCO, urbaniste, maître de conférences à l'Université de Delft aux Pays-Bas, rencontré le 12 janvier 2009 à Paris.

Marie-Caroline SAGLIO-YATZIMIRSKY, sociologue, professeur à l'INALCO, rencontrée le 19 février 2009 à Paris.

Fausto SOARES, responsable flotte taxis à la direction commerciale de Renault do Brasil, rencontré le 27 octobre 2009 à São Paulo.

Nadia SOMEKH, architecte, professeur, directrice de la Faculté d'Architecture et d'Urbanisme de l'Université presbytérienne Mackenzie et secrétaire à l'urbanisme de la municipalité de São Bernardo do Campo, rencontrée le 24 septembre 2009 à São Paulo.

Orlando STRAMBI, ingénieur, professeur à l'Université de São Paulo, *collaboration*.

Vera TELLES, sociologue, professeur à l'Université de São Paulo, rencontrée le 20 octobre 2009 à São Paulo.

Hervé THÉRY, géographe, directeur de recherche au Credal-CNRS, rencontré le 1^{er} octobre 2009 à São Paulo.

Tobias TÖPFER, géographe, maître de conférences à l'Université d'Innsbruck, échange de mails, novembre 2009.

Eduardo VASCONCELLOS, expert transport à l'ANTP, rencontré le 9 septembre et 22 octobre 2009 à São Paulo.

Luis VILANOVA, ingénieur trafic à la CET, rencontré le 7 octobre 2009 à São Paulo.

Thomas WISSENBACH, urbaniste au Sempla, rencontré le 19 octobre 2009 à São Paulo.

Silvana ZIONI, urbaniste, professeur à l'Université presbytérienne Mackenzie, rencontrée le 14 octobre 2009 à São Paulo.

B. Entretiens concernant la région métropolitaine de Mumbai

Sudhir BADAMI, *transport activist*, rencontré le 20 avril 2010 à Mumbai.

Ambrish BAJAJ, fondateur de la société de covoiturage Easy2Commute, rencontré le 18 mars 2010 à Gurgaon.

Judy BAKER, économiste à la Banque mondiale, échange de mails, février 2010.

Bina BALAKRISHNAN, consultante, rencontrée le 9 avril 2010 à Mumbai.

Sanjay BARVÉ, responsable de la Mumbai Police Traffic, rencontré le 5 avril à Mumbai.

Amita BAVISKAR, sociologue, maître de conférences à l'Institute of Economic Growth de Delhi, rencontrée le 1^{er} février 2010 à Nanterre.

Jean-Joseph BOILLOT, économiste, co-fondateur de l'Euro-India Economic and Business Group, rencontré le 17 décembre 2009 à Paris.

Akhtar CHAUCHAN, architecte, professeur, directeur du Rizvi College of Architecture, rencontré le 15 avril 2010 à Mumbai.

Ashok DATAR, *transport activist*, directeur du Mumbai Environmental Social Network, *collaboration*.

Darryl D'MONTE, journaliste, rencontré le 17 mars 2010 à Mumbai.

Mariam DOSSAL, historienne, professeur à l'Université de Bombay, rencontrée le 10 avril 2010 à Mumbai.

Matias ECHANOVE, co-fondateur d'Institute of Urbanology, rencontré le 2 avril 2010 à Mumbai.

Pankaj JOSHI, architecte-urbaniste, directeur d'Urban Design Research Institute, rencontré le 15 avril 2010 à Mumbai.

Frédéric LANDY, géographe, maître de conférences à l'Université Paris X-Nanterre, rencontré le 9 janvier 2009 à Nanterre.

U. S. P. MADAN, responsable de la Mumbai Transformation Support Unit, rencontré le 21 avril 2010 à Mumbai.

Kamala MARIUS-GNANOU, géographe, maître de conférences à l'Université Michel de Montaigne Bordeaux 3, rencontrée le 20 mars 2009 à Paris.

Ajit MOHAN, consultant au bureau McKinsey de Mumbai, rencontré le 8 avril 2010 à Mumbai.

Dinesh MOHAN, ingénieur, professeur à l'Indian Institute of Technology Delhi, rencontré le 19 mars 2010 à Delhi.

P. R. K. MURTHY, responsable du département Transports et Communication de la MMRDA, rencontré le 17 mars 2010 à Mumbai.

Frédéric NÖEL, directeur Inde de Veolia Transportation, *collaboration*.

Hubert NOVE-JOSSERAND, expert transport à la Banque mondiale, entretien téléphonique le 12 février 2010.

Gérald PORCARIO, directeur marketing de Renault India, *collaboration*.

Paula RESTREPO, doctorante en économie au CERNA, École des Mines de Paris, rencontrée le 27 janvier 2010 à Paris.

Jean-Philippe SALAR, directeur du Design Studio de Renault India, rencontré le 16 mars 2010 à Mumbai.

Abdul SHABAN, géographe, maître de conférences au Tata Institute of Social Sciences, rencontré le 15 mars 2010 à Mumbai.

Rahul SRIVASTAVA, co-fondateur d'Institute of Urbanology, rencontré le 5 janvier 2012 à Mumbai.

Geetam TIWARI, ingénieur, professeur à l'Indian Institute of Technology Delhi, rencontrée le 19 mars 2010 à Delhi.

Marie-Hélène ZÉRAH, chargée de recherche à l'Institut de Recherche sur le Développement, entretien téléphonique le 6 janvier 2010.

C. Entretiens concernant l'Île-de-France

Claire ARAGAU, géographe, maître de conférences à l'Université Paris X- Nanterre, rencontrée le 7 janvier 2010 à Nanterre.

Jimmy ARMOOGUM, chargé de recherche à l'IFSTTAR (ex-INREST), rencontré le 9 juillet 2009 à Marne-la-Vallée.

Jean DELONS, chef du département Économie - Trafic chez Cofiroute, rencontré le 19 mars 2009 à Sèvres.

Bruno FAIVRE d'ARCIER, économiste, professeur à l'Université Lumière Lyon 2, rencontré le 22 juin 2009 à Lyon.

Mathieu FLONNEAU, historien, maître de conférences à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, rencontré le 12 mai 2009 à Paris.

Jean GIRARDON, homme politique, géographe, professeur à l'Université Paris IV Paris-Sorbonne, rencontré le 2 novembre 2011 à Paris.

Laurent HIVERT, chargé de recherche à l'IFSTTAR (ex-INREST), rencontré le 9 juillet 2009 à Marne-la-Vallée.

Patricia LEJOUX, chargée de recherche à l'École nationale des Travaux publics de l'État, rencontrée le 22 juin 2009 à Lyon et nombreux échanges téléphoniques.

Fabien LEURENT, ingénieur, professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées, échange de mails, juin 2011.

Dominique MATHIEU-HUBER, chef de projets à l'Agence d'urbanisme de Rouen et des Boucles de Seine et Eure, échange de mails, décembre 2009 – février 2011.

Benjamin MOTTE-BAUMVOL, géographe, maître de conférences à l'Université de Bourgogne, rencontré le 27 janvier 2010 à Paris.

Olivier PAUL-DUBOIS-TAINE, ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées, rencontré le 23 juin 2009 à Guyancourt.

Vincent PIRON, directeur de la Stratégie de Vinci Concessions, rencontré le 20 septembre 2009 à Rueil-Malmaison.

Rémy PRUD'HOMME, économiste, professeur émérite à l'Université Paris-Est Créteil, rencontré le 16 décembre 2010 à Paris.

Michel QUIDORT, directeur des relations institutionnelles de Veolia-Transdev, échange de mails, mars 2010.

Denise SCHMITT, assistante d'études mobilité à la Cellule d'Observation de la Mobilité de la DRIEA (ex-DREIF), échange de mails au sujet de l'Enquête globale de transport de 2001, novembre 2010.

Marianne THÉBERT, géographe, chargée de recherche au Laboratoire Ville Mobilité Transport, rencontrée le 10 février 2010 à Paris.

Pascal THIOUT, ancien directeur adjoint de l'Établissement public d'aménagement de Saint-Quentin-en-Yvelines, en charge du service des infrastructures et des études générales, échange de mails, février 2012.

Daniel VANDROS, directeur de la Construction à la DIRIF, rencontré le 11 février 2010 à Créteil.

Jean-Michel VINCENT, responsable de la stratégie et du développement durable à la DRIEA (ex-DREIF), rencontré le 2 février 2010 à Paris.

Peter JONES, ingénieur, professeur à l'University College London, rencontré le 8 septembre 2010 à Leeds.

Entretiens internes Renault

Dans le cadre de notre contrat CIFRE, nous avons eu l'occasion de mener de nombreux entretiens auprès d'experts appartenant à différentes directions de Renault :

- la Direction de la Recherche, des Études avancées et des Matériaux (DREAM), à laquelle nous avons été rattachée,
- la Direction du Produit,
- la Direction de la Connaissance Client,
- la Direction Programme Nouvelles Mobilités,
- la Direction Plan Environnement,
- la Direction de l'Électronique avancée,
- la Direction du Commerce,
- la Direction du Plan et de la Stratégie,
- la Direction déléguée à la Politique transport de Renault,
- le Design,
- les Etablissements Ingénierie France.

Annexe 3. Le déroulement de l'enquête interactive de réponses déclarées

Cette annexe complète le chapitre 8.

Avant de présenter le déroulement de l'enquête, nous soulignons la lourde charge de travail que suscite ce type d'enquête pour les enquêteurs mais aussi pour les répondants que nous remercions vivement.

(1) Le premier contact avec le ménage a lieu par téléphone. Nous présentons l'enquête comme une étude sur les conditions de déplacement, et non sur les stratégies d'adaptation à la congestion automobile, afin de ne pas trop influencer le répondant. Nous vérifions les caractéristiques socio-démographiques du ménage pour ne pas avoir deux ménages similaires dans l'échantillon. Puis nous exposons au ménage le déroulement de l'enquête. Si le ménage est d'accord pour y participer, une date est fixée à partir de laquelle il remplit le carnet de bord.

(2) Le ménage reçoit à domicile la fiche de recrutement adaptée à sa composition familiale (ménage d'une personne ou famille), le carnet de bord, en autant d'exemplaires qu'il y a d'adultes dans le ménage, et une enveloppe préaffranchie pour nous renvoyer la fiche de recrutement et les carnets de bord (voir annexes suivantes, 4 et 5).

(3) Nous recontactons par téléphone le ménage un ou deux jours avant le début du remplissage du carnet de bord pour s'assurer qu'il a bien reçu les carnets de bord et que les instructions pour le remplir sont claires. Nous lui téléphonons de nouveau le premier ou deuxième jour du remplissage et à la fin de la période de remplissage pour vérifier que le remplissage se déroule bien.

(4) Le ménage renvoie les carnets de bord. Une fois que nous avons reçu les carnets de bord remplis, nous fixons une date d'entretien avec le ménage, généralement en soirée ou le week-end. Puis nous préparons l'entretien. Nous

calculons le budget temps de transport pour chaque journée remplie et faisons un résumé des déplacements en fonction des motifs et de leur durée. Nous réalisons également un diagramme temporel, adapté à partir du modèle développé pour HATS (Jones, 1980). Il représente l'ensemble des déplacements jour par jour. L'extrait d'un diagramme temporel réalisé à partir du carnet de bord d'une répondante francilienne est présenté ci-après.

Figure 39 - Diagramme temporel établi à partir du carnet de bord de B. résidant en Île-de-France (extrait des premières heures de la journée, de 6h à 15h).

Lundi 11/01/10	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Hors domicile										
Déplacement										
Domicile										
Mardi 12/01/10	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Hors domicile										
Déplacement										
Domicile										
Merc. 13/01/10	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Hors domicile										
Déplacement										
Domicile										
Jeudi 14/01/10	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Hors domicile										
Déplacement										
Domicile										
Vend. 15/01/10	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Hors domicile										
Déplacement										
Domicile										
Sam 16/01/10	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Hors domicile										
Déplacement										
Domicile										
Dim 17/01/10	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Hors domicile										
Déplacement										
Domicile										

(5) L'entretien, sous forme de jeu de simulation, a lieu le plus souvent au domicile du ménage (70% des entretiens), quelquefois au restaurant (10%) ou sur le lieu de travail (20%). La quasi-intégralité des entretiens au Brésil et en Inde a été menée par deux enquêteurs, un partenaire local et nous-même (à l'exception des entretiens au bureau de Veolia à Mumbai où nous étions seule). En Île-de-France, nous étions seule à conduire les entretiens. Les entretiens durent entre 40 minutes (ménage d'une personne) à deux heures (familles avec plusieurs répondants).

Le déroulement du jeu de simulation lors de l'entretien

(A) Avant de commencer le jeu de simulation, nous relisons le carnet de bord avec le répondant, afin de bien l'ancrer dans sa réalité. À partir du carnet de bord et du diagramme temporel, nous demandons au répondant de désigner le jour le plus représentatif de sa routine. Puis nous lui demandons de sélectionner deux déplacements en voiture : un déplacement contraint et régulier, le plus souvent un déplacement domicile-travail, et un déplacement non contraint et régulier, souvent pour achat ou loisir.

(B) Le jeu de simulation commence. Après avoir exposé la règle du jeu, les cartes à jouer sont progressivement dévoilées (voir annexe 6) :

- les 3 paliers du scénario 1 pour le déplacement contraint,
- les 3 paliers du scénario 1 pour le déplacement non contraint,
- les trois paliers du scénario 2 pour le déplacement contraint,
- les trois paliers du scénario 2 pour le déplacement non contraint
- et les trois paliers du scénario 2 pour le budget temps de la journée choisie.

Un troisième scénario sur l'information trafic, avant et pendant le déplacement, est rapidement traité²⁰⁰.

Le répondant est laissé libre dans ses réponses²⁰¹.

(c) Au cours ou à la fin du jeu, nous demandons au répondant de tracer l'itinéraire des déplacements sélectionnés sur une carte plastifiée de la région et d'entourer les endroits où le trafic est le plus chargé (voir figure ci-après). Ce moment du jeu plaît beaucoup. La carte a ainsi souvent été utilisée en cours de simulation pour relancer le jeu, lorsque l'attention du répondant diminuait.

²⁰⁰ Les résultats de ce dernier scénario sont difficilement exploitables, au vu de fortes disparités concernant l'information trafic disponible dans les trois régions métropolitaines. Ils n'ont donc pas été retenus dans la présentation des résultats.

²⁰¹ Néanmoins, nous avons dû veiller à éviter trois écueils principaux : le traumatisme, en évitant la contrainte trop forte dès le début du jeu, l'effet-mémoire, en vérifiant à chaque fois les réponses données par le répondant, et la systématisation, en demandant au répondant pourquoi il agit ainsi (Faivre d'Arcier et al, 1996).

(C) L'entretien se termine par une discussion très libre, non enregistrée, qui nous permet de mieux comprendre les changements de comportement du ménage.

Figure 40 - S. désigne l'itinéraire qu'emprunte sa mère plusieurs fois par semaine (entretien du 3 avril 2010 à Mumbai, GL).



(6) Les enregistrements de tous les entretiens sont retranscrits, ce qui représente un corpus d'un millier de pages environ.

Annexe 4. Les fiches de recrutement des ménages

Cette annexe complète le chapitre 8.

Nous présentons dans l'ordre suivant :

- la fiche de recrutement dans la région métropolitaine de São Paulo,
- la fiche de recrutement pour famille en Île-de-France,
- la fiche de recrutement pour ménage d'une personne en Île-de-France,
- la fiche de recrutement dans la région métropolitaine de Mumbai,

Pour l'enquête réalisée en Île-de-France, nous avons dissocié les familles des ménages d'une personne.

Pesquisa sobre Condições de Transporte em São Paulo <i>USP-Sorbonne-Renault</i>				Data:	
Folha de recrutamento – 09/10/09					
Bom dia/tarde, meu nome é _____, sou estudante da Universidade de São Paulo. Estamos fazendo um Estudo sobre <u>transporte na Região Metropolitana de São Paulo</u> . Paralelamente, existe um outro Estudo sobre transporte na Região Metropolitana de Paris, na França.					
A pesquisa tem três partes. 1) O(a) Sr(a) responde um questionário por telefone durante, aproximadamente, 5 minutos. 2) O(a) Sr(a) e a(o) sua (seu) esposa(o) preenchem um diário de viagens durante 3 dias consecutivos. 3) O(a) Sr(a) e a(o) sua (seu) esposa(o) são entrevistados durante uma hora na sua casa.					
Conhecer a sua opinião e a opinião da sua família é muito importante para nós. Estamos interessados apenas em sua opinião, e em nenhum momento vamos oferecer qualquer produto ou serviço. Também é importante esclarecer que as suas respostas serão mantidas em sigilo absoluto, sendo sempre analisadas em conjunto com as respostas de outros entrevistados que estão participando desta pesquisa.					
1. O(a) Sr.(a) tem carro na casa? () sim () não					
2. Nome Completo:					
3. Telefone:			4. E-mail:		
5. Endereço:					
6. CEP:					
7. Bairro:			8. Cidade:		
9. Zona:	() Norte	() Sul	() Leste	() Oeste	() Centro
10. Idade:					
11. Sexo: () Masculino () Feminino					
12. Estado civil: () Solteiro/a, moro só () Solteiro, moro com minha família					
() Casado/mora com alguém () Separado/divorciado/ Viúvo					
13. O(a) Sr.(a) tem filhos que vivem com o(a) Sr.(a)?		() Sim Quantos? Que idade têm seus filhos?			() Não
14. Qual o número de pessoas que residem na sua casa? () 1 () 2 () 3 – 5 () 6 ou +					
15. Sua escolaridade:					
() Fundamental Incompleto () Médio Incompleto () Superior Incompleto					
() Fundamental Completo () Médio Completo () Superior Completo					
16. Em qual das seguintes alternativas o/a Sr/a e a(o) sua (seu) esposa(o) se enquadram:			o/a Sr/a		a(o) esposa(o)
a. Empregado(a) Empresa Privada					
b. Funcionário Público / Empregado(a) empresa estatal / pública					
c. Empresário (a)					
d. Profissional Liberal / Autônomo(a)					
e. Desempregado(a)					
f. Estudante					
g. Dona de casa					
h. Vive de renda					
i. Outro (Espontâneo. Especifique e consulte)					
17. Onde é seu trabalho? Bairro: Cidade: Zona:					
Onde é o trabalho da sua (do seu) esposa(o)? Bairro: Cidade: Zona:					
18. Quantos carros (próprios ou de empresa) são usados pela família?					
19. É o primeiro carro que o(a) Sr.(a) comprou? () sim () não					
20. Descrição de seu(s) carro(s):					
	Carro 1		Carro 2		Carro 3
a. próprio ou da empresa					

b. há quanto tempo tem o carro			
c. ano de fabricação			
d. kms			
e. comprou novo ou usado			
f. possui rádio			
g. possui GPS			
h. dia de rodizio			
i. principal condutor			
21. Onde O(a) Sr(a) estaciona o(s) seu(s) carro(s) na casa: () na garagem de casa () na rua () no estacionamento privado () outros:			
22. O(a) Sr(a) usa o transporte público? () freqüentemente () às vezes () raramente () nunca			
23. O(a) Sr(a) passa muito tempo no carro durante o dia? () sim () não Quanto tempo o(a) Sr(a) passa no carro durante o dia:			
24. Das faixas que vou ler, qual a que mais se aproxima de sua renda líquida FAMILIAR (após descontos)? Por favor, inclua os rendimentos de TODOS OS MEMBROS DE SUA FAMÍLIA () Até R\$2.500,00 () De R\$2.500,00 a R\$5.000,00 () De R\$5.000,00 a R\$10.000,00 () + de R\$10.000,00 () Recusa			

Muito obrigado(a).

Enquête sur les conditions de déplacement en Île-de-France <i>Paris 1 Panthéon-Sorbonne</i>		<i>Université</i>		Date :	
Fiche de recrutement – Ménage avec famille - janvier 2010					
Bonjour, Dans le cadre de ma thèse en géographie – aménagement à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, je réalise une enquête sur les conditions de déplacement en Île-de-France. L'enquête se déroule en deux étapes : 1/ Remplissage de la fiche de recrutement (recto-verso) puis du carnet de bord pendant 7 jours consécutifs 2/ Entretien à domicile d'une heure environ. Merci de votre participation. Gaële Lesteven (gaelle.lesteven@yahoo.fr, 06 24 48 64 02)					
1. Votre foyer dispose-t-il d'une voiture ? () oui () non					
2. Nom et prénom de Madame :					
3. Nom et prénom de Monsieur :					
4. Téléphone :			5. E-mail :		
6. Adresse postale :					
7. Ville ou arrondissement :			8. Département :		
9. Age de Madame :			10. Age de Monsieur :		
11. Avez-vous des enfants qui vivent chez vous ?		() Oui Combien ? Quel âge ont-ils ?		() Non	
12. Combien de personnes vivent à votre domicile ? () 2 () 3 – 5 () 6 ou +					
13. Niveau d'études de Madame : () Secondaire non titulaire du bac () Secondaire titulaire du bac () Secondaire bac+3 et plus Niveau d'études de Monsieur : () Secondaire non titulaire du bac () Secondaire titulaire du bac () Secondaire bac+3 et plus					
14. Profession principale :			Madame		Monsieur
a. Agriculteur					
b. Artisan, commerçant, chef d'entreprise					
c. Cadre supérieur					
d. Enseignant (e)					
e. Cadre moyen					
f. Technicien					
g. Employé (e)					
h. Ouvrier					
i. Etudiant (e)					
j. Chômeur, en recherche d'emploi					
k. Mère (Père) au foyer					
l. Retraité (e)					
m. Autres :					
15. Lieu de travail de Madame. Ville :			Département :		
Lieu de travail de Monsieur. Ville :			Département :		
16. Qui possède un permis de conduire dans votre foyer ?					
17. De combien de voitures dispose-t-on actuellement dans votre foyer ?					
18. Les voitures du foyer :		Voiture principale du foyer		2ème voiture	
a. Depuis combien de temps la possédez-vous ?					
b. Acquise neuve ou d'occasion ?					
c. Année de fabrication ?					
d. Kilométrage au compteur ?					

e. Equipée d'une radio ?			
f. Equipée d'un GPS ?			
g. Propriétaire de la voiture ou Voiture de société ?			
h. Conducteur principal :			
i. Autres conducteurs :			
19. Où garez-vous la(es) voiture(s) du foyer le plus souvent la nuit ? <input type="checkbox"/> Dans un garage, box ou autre emplacement réservé <input type="checkbox"/> Dans la rue <input type="checkbox"/> Dans un parc de stationnement en plein air <input type="checkbox"/> Dans un parc de stationnement couvert			
20. Dispose-t-on d'un (ou plusieurs) deux-roues motorisé dans votre foyer ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Si oui, qui l'utilise ? Et à quelle fréquence ? <input type="checkbox"/> plusieurs fois par semaine <input type="checkbox"/> une fois par semaine <input type="checkbox"/> une fois par mois <input type="checkbox"/> une fois par an			
21. Madame : à quelle fréquence utilisez-vous les transports en commun ? <input type="checkbox"/> plusieurs fois par semaine <input type="checkbox"/> une fois par semaine <input type="checkbox"/> une fois par mois <input type="checkbox"/> une fois par an <input type="checkbox"/> jamais Monsieur : à quelle fréquence utilisez-vous les transports en commun ? <input type="checkbox"/> plusieurs fois par semaine <input type="checkbox"/> une fois par semaine <input type="checkbox"/> une fois par mois <input type="checkbox"/> une fois par an <input type="checkbox"/> jamais			
22. Madame : passez-vous beaucoup de temps à vous déplacer chaque jour ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Combien de temps environ ? Monsieur : passez-vous beaucoup de temps à vous déplacer chaque jour ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Combien de temps environ ?			
23. Pouvez-vous indiquer le revenu annuel net de votre foyer en euros ? Comptez tous les revenus de toutes les personnes de votre foyer (salaires, primes, pensions...). <input type="checkbox"/> Moins de 20 000 euros <input type="checkbox"/> De 20 000 euros à 40 000 euros <input type="checkbox"/> Plus de 40 000 euros <input type="checkbox"/> Ne répond pas			

Merci beaucoup.

Enquête sur les conditions de déplacement en Île-de-France Paris 1 Panthéon-Sorbonne		Université	Date :
Fiche de recrutement Ménage d'une personne – janvier 2010			
<p>Bonjour,</p> <p>Dans le cadre de ma thèse en géographie – aménagement à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, je réalise une enquête sur les conditions de déplacement en Île-de-France.</p> <p>L'enquête se déroule en deux étapes : 1/ Remplissage de la fiche de recrutement (recto-verso) puis du carnet de bord pendant 7 jours consécutifs 2/ Entretien à domicile d'une heure environ.</p> <p>Merci de votre participation.</p> <p>Gaële Lesteven (gale.lesteven@yahoo.fr, 06 24 48 64 02)</p>			
1. Disposez-vous d'une voiture ? () oui () non			
2. Nom :			
3. Téléphone :		4. E-mail :	
5. Adresse postale :			
6. Ville ou arrondissement :		7. Département :	
8. Age :			
9. Sexe : () Féminin () Masculin			
10. Votre niveau d'études :			
() Secondaire non titulaire du bac () Secondaire titulaire du bac () Secondaire bac+3 et plus			
11. Profession principale :			
a. Agriculteur			
b. Artisan, commerçant, chef d'entreprise			
c. Cadre supérieur			
d. Enseignant (e)			
e. Cadre moyen			
f. Technicien			
g. Employé (e)			
h. Ouvrier			
i. Etudiant (e)			
j. Chômeur, en recherche d'emploi			
k. Mère (Père) au foyer			
l. Retraité (e)			
m. Autres :			
12. Où travaillez-vous ? Ville :		Département :	
13. Disposez-vous d'un deux-roues motorisé ? () oui () non			
Si oui, à quelle fréquence l'utilisez-vous ?			
() plusieurs fois par semaine () une fois par semaine () une fois par mois () une fois par an			
14. A quelle fréquence utilisez-vous les transports en commun ?			
() plusieurs fois par semaine () une fois par semaine () une fois par mois () une fois par an () jamais			
15. De combien de voitures disposez-vous ?			
16. Les voitures du foyer :		Voiture principale	2ème voiture
a. Depuis combien de temps la possédez-vous ?			
b. Acquise neuve ou d'occasion ?			
c. Année de fabrication ?			
d. Kilométrage au compteur ?			
e. Equipée d'une radio ?			
f. Equipée d'un GPS ?			
g. Propriétaire de la voiture ou voiture de société ?			

17. Où garez-vous la(es) voiture(s) du foyer le plus souvent la nuit ?	
<input type="checkbox"/> Dans un garage, box ou autre emplacement réservé	<input type="checkbox"/> Dans la rue
<input type="checkbox"/> Dans un parc de stationnement en plein air	<input type="checkbox"/> Dans un parc de stationnement couvert
18. Passez-vous beaucoup de temps à vous déplacer chaque jour ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	
Combien de temps environ ?	
19. Pouvez-vous indiquer votre revenu annuel net en euros ? Comptez tous les revenus (salaires, primes, pensions...).	
<input type="checkbox"/> Moins de 20 000 euros	<input type="checkbox"/> De 20 000 euros à 40 000 euros
<input type="checkbox"/> Plus de 40 000 euros	<input type="checkbox"/> Ne répond pas

Merci beaucoup.

A Study on travel conditions in Mumbai, March 2010 La Sorbonne University In collaboration with <i>Mumbai Environmental Social Network (MESN)</i> gaele.lesteven@yahoo.fr, 9323260418		Date:	
1. Do you have a car at home? () yes () no			
2. Family name:			
3. Phone number:		4. E-mail:	
5. Address:			
6. Locality:		7. City:	
8. Primary respondent. First name:		Age:	Relationship:
Second respondent. First name:		Age:	Relationship:
Third respondent. First name:		Age:	Relationship:
9. Do you have children living with you?	() Yes How many? How old are they?		() No
10. How many people live in your house? () 1 () 2 () 3 – 5 () 6+			
11. Educational background:			
1 st respondent: () High school () 12th grade/Technical training () Graduation () Post graduation			
2 nd respondent: () High school () 12th grade/Technical training () Graduation () Post graduation			
3 rd respondent: () High school () 12th grade/Technical training () Graduation () Post graduation			
12. Occupation:	1st R	2nd R	3rd R
a. Unskilled worker			
b. Skilled worker			
c. Shop owner			
d. Businessman with no employees			
e. Businessman with 1-9 employees			
f. Businessman with 10+ employees			
g. Self employed professional			
h. Clerical/Salesman			
i. Supervisor			
j. Officer/Junior executive			
k. Officer/Middle/Senior executive			
l. Housewife			
m. Student			
n. Jobless			
o. Retired			
p. Other:.....			
13. First respondent's workplace. Locality:		City:	
Second respondent's workplace. Locality:		City:	
Third respondent's workplace. Locality:		City:	
14. Who has a driving license in your house?			
15. How many cars do you have in your house?			
16. Do you have a driver (chauffeur)? () yes () no			
17. Car description:	Car 1	Car 2	Car 3
a. Year you bought it:			
b. Did you buy it new or 2 nd hand?			
c. Year of make:			
d. Number of kilometers today:			

e. With a music system?			
f. With AC?			
g. Personal car or company car?			
h. Regular driver: self/chauffeur			
i. Other drivers:			

18. Where do you park the car(s) at night?
☐ In a pay & park ☐ In a private parking lot ☐ On street ☐ Other:.....

19. Do you have a GPS? ☐ yes ☐ no
Is it ☐ in the car ☐ on your phone ☐ a separate plug-in device ?

20. Do you have two-wheelers at home? ☐ yes ☐ no
If yes, who uses it?
How often? ☐ several times a week ☐ once a week ☐ once a month ☐ once a year

21. How often do you take public transport?
First respondent: ☐ several times a week ☐ once a week ☐ once a month ☐ once a year ☐ never
2nd respondent: ☐ several times a week ☐ once a week ☐ once a month ☐ once a year ☐ never
3rd respondent: ☐ several times a week ☐ once a week ☐ once a month ☐ once a year ☐ never

22. First respondent: Do you spend a lot of time traveling during the day? ☐ yes ☐ no
How much?
Second respondent: Do you spend a lot of time traveling during the day? ☐ yes ☐ no
How much?
Third respondent: Do you spend a lot of time traveling during the day? ☐ yes ☐ no
How much?

23. Please check the annual earnings of your household (including incomes from all the people of the household):
☐ < Rs 2 lakh. ☐ Rs 2 lakh – 5 lakh. ☐ Rs 5 lakh – 10 lakh.
☐ > Rs 10 lakh. ☐ Refused.

Thank you very much.

Annexe 5. La base de faits

Cette annexe complète le chapitre 8.

La présentation du carnet de bord s'inspire de celle utilisée pour le Panel de Mobilité allemand, réalisé tous les ans auprès de 1 000 ménages allemands (www.mobilitaetspanel.de).

Les répondants ont à noter, pour chaque déplacement, le lieu et l'heure de départ et d'arrivée et la distance parcourue. Puis, ils ont à cocher des informations concernant le motif du déplacement (activité à destination), le mode de transport utilisé ainsi que le stationnement et les conditions de circulation si nécessaire.

Un extrait des carnets de bord distribué dans chacun des trois terrains est présenté ci-après. Il s'agit à chaque fois des quatre premières pages du livret au format A5.



ESCOLA POLITÉCNICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Pesquisa sobre Condições de Transporte em São Paulo

Diário de Viagem

Este diário pertence à:

.....

Caso encontre este documento, por favor contate:
(11) 3091-5171 (deixe seu recado) ou
envie uma mensagem para Gaele.lesteven@yahoo.fr

Como usar o diário?

O diário deve ser usado para registrar as viagens de UMA pessoa, por 3 dias seguidos. Se outras pessoas da família participarem da pesquisa, cada uma deve usar seu próprio diário.

Todos os deslocamentos devem ser mencionados, incluindo, por exemplo, para almoçar ou pagar uma conta no banco, ou levar um filho ou amigo a algum lugar. "Deslocamento" significa mover-se de um lugar a outro para fazer algo, usando qualquer meio de transporte (carro, transporte público, a pé...). Se você utiliza principalmente o carro, deixe o diário nele, mas não se esqueça de anotar todas as outras viagens.

Em cada página podem ser anotados até três deslocamentos. Se não for o suficiente, você poderá utilizar a página seguinte.

A cada dia, há espaço para até nove deslocamentos. Se você fizer mais de nove deslocamentos por dia, por favor, preencha a página em branco ao final.

Antes de partir, anote onde você está (bairro - cidade) e a hora da partida. Na chegada, dê as mesmas informações, além do motivo de seu deslocamento, o meio de transporte utilizado, onde você estacionou, a distância aproximada percorrida e informe se você estava ou não acompanhado. Utilize o espaço observações para anotar informações relacionadas às viagens: trânsito, condições meteorológicas, eventos inesperados, etc...

Muito obrigado pela sua participação,
Gaele Lesteven,
Prof. Orlando Strambi.

Toda a informação deste diário é confidencial. Sua identificação será apagada após a pesquisa.

EXEMPLO

DATA: Seg. 05/10/09

1º DIA

	Viagem 1	Viagem 2	Viagem 3
Partida	Local: Osasco Hora: 06h55	Local: Itaim Bibi, SP Hora: 12h01	Local: Itaim Bibi, SP Hora: 13h10
Chegada	Local: Itaim Bibi, SP Hora: 8h05	Local: Itaim Bibi, SP Hora: 12h15	Local: Itaim Bibi, SP Hora: 13h23
Atividade no destino	Residência <input type="checkbox"/> Trabalho <input checked="" type="checkbox"/> Razões profis. <input checked="" type="checkbox"/> Escola/educação <input checked="" type="checkbox"/> Médico/saúde <input checked="" type="checkbox"/> Lazer/visitas <input checked="" type="checkbox"/> Compras <input checked="" type="checkbox"/> Restaurante <input checked="" type="checkbox"/> Razões pessoais <input checked="" type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	Residência <input type="checkbox"/> Trabalho <input type="checkbox"/> Razões profis. <input type="checkbox"/> Escola/educação <input type="checkbox"/> Médico/saúde <input type="checkbox"/> Lazer/visitas <input type="checkbox"/> Compras <input checked="" type="checkbox"/> Restaurante <input type="checkbox"/> Razões pessoais <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	Residência <input type="checkbox"/> Trabalho <input type="checkbox"/> Razões profis. <input type="checkbox"/> Escola/educação <input type="checkbox"/> Médico/saúde <input type="checkbox"/> Lazer/visitas <input type="checkbox"/> Compras <input type="checkbox"/> Restaurante <input type="checkbox"/> Razões pessoais <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>
Meio de transporte (indicar combinação) <input type="checkbox"/>	A pé <input type="checkbox"/> Ônibus <input type="checkbox"/> Trem/Metrô <input checked="" type="checkbox"/> Carro <input checked="" type="checkbox"/> Moto <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	A pé <input type="checkbox"/> Ônibus <input type="checkbox"/> Trem/Metrô <input type="checkbox"/> Carro <input type="checkbox"/> Moto <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	A pé <input type="checkbox"/> Ônibus <input type="checkbox"/> Trem/Metrô <input type="checkbox"/> Carro <input type="checkbox"/> Moto <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>
Estaciona-mento (se necessário)	Sozinho <input checked="" type="checkbox"/> Acompanhado <input type="checkbox"/> Privado <input type="checkbox"/> Na rua - gratuito <input type="checkbox"/> Na rua - zona azul <input type="checkbox"/> Na rua - flanelinha <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	Sozinho <input type="checkbox"/> Acompanhado <input type="checkbox"/> Privado <input type="checkbox"/> Na rua - gratuito <input type="checkbox"/> Na rua - zona azul <input type="checkbox"/> Na rua - flanelinha <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	Sozinho <input type="checkbox"/> Acompanhado <input type="checkbox"/> Privado <input type="checkbox"/> Na rua - gratuito <input type="checkbox"/> Na rua - zona azul <input type="checkbox"/> Na rua - flanelinha <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>
Distância Observa-ções	Aprox. 19 km Transito <input checked="" type="checkbox"/> Acidente <input type="checkbox"/> Obras <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	Aprox. 0,2 km Transito <input type="checkbox"/> Acidente <input type="checkbox"/> Obras <input type="checkbox"/> Chuva <input checked="" type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	Aprox. 0,2 km Transito <input type="checkbox"/> Acidente <input type="checkbox"/> Obras <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>

1º DIA

DATA:....

	Viagem 1	Viagem 2	Viagem 3
Partida	Local: Hora:	Local: Hora:	Local: Hora:
Chegada	Local: Hora:	Local: Hora:	Local: Hora:
Atividade no destino	Residência <input type="checkbox"/> Trabalho <input type="checkbox"/> Razões profis. <input type="checkbox"/> Escola/educação <input type="checkbox"/> Médico/saúde <input type="checkbox"/> Lazer/visitas <input type="checkbox"/> Compras <input type="checkbox"/> Restaurante <input type="checkbox"/> Razões pessoais <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	Residência <input type="checkbox"/> Trabalho <input type="checkbox"/> Razões profis. <input type="checkbox"/> Escola/educação <input type="checkbox"/> Médico/saúde <input type="checkbox"/> Lazer/visitas <input type="checkbox"/> Compras <input type="checkbox"/> Restaurante <input type="checkbox"/> Razões pessoais <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	Residência <input type="checkbox"/> Trabalho <input type="checkbox"/> Razões profis. <input type="checkbox"/> Escola/educação <input type="checkbox"/> Médico/saúde <input type="checkbox"/> Lazer/visitas <input type="checkbox"/> Compras <input type="checkbox"/> Restaurante <input type="checkbox"/> Razões pessoais <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>
Meio de transporte (indicar combinação) <input type="checkbox"/>	A pé <input type="checkbox"/> Ônibus <input type="checkbox"/> Trem/Metrô <input type="checkbox"/> Carro <input type="checkbox"/> Moto <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	A pé <input type="checkbox"/> Ônibus <input type="checkbox"/> Trem/Metrô <input type="checkbox"/> Carro <input type="checkbox"/> Moto <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	A pé <input type="checkbox"/> Ônibus <input type="checkbox"/> Trem/Metrô <input type="checkbox"/> Carro <input type="checkbox"/> Moto <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>
Estaciona-mento (se necessário)	Sozinho <input type="checkbox"/> Acompanhado <input type="checkbox"/> Privado <input type="checkbox"/> Na rua - gratuito <input type="checkbox"/> Na rua - zona azul <input type="checkbox"/> Na rua - flanelinha <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	Sozinho <input type="checkbox"/> Acompanhado <input type="checkbox"/> Privado <input type="checkbox"/> Na rua - gratuito <input type="checkbox"/> Na rua - zona azul <input type="checkbox"/> Na rua - flanelinha <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	Sozinho <input type="checkbox"/> Acompanhado <input type="checkbox"/> Privado <input type="checkbox"/> Na rua - gratuito <input type="checkbox"/> Na rua - zona azul <input type="checkbox"/> Na rua - flanelinha <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>
Distância Observa-ções	Aprox. km Transito <input type="checkbox"/> Acidente <input type="checkbox"/> Obras <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	Aprox. km Transito <input type="checkbox"/> Acidente <input type="checkbox"/> Obras <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>	Aprox. km Transito <input type="checkbox"/> Acidente <input type="checkbox"/> Obras <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/>

Premières pages du carnet de bord en Île-de-France

Comment remplir le carnet de bord ?

Le carnet de bord est nominatif. Chaque membre de la famille participant à l'enquête remplit son propre carnet de bord.

Veuillez remplir le carnet pendant 7 jours consécutifs.

TOUS les déplacements sont à mentionner, même s'ils se répètent dans la semaine. N'oubliez pas, par exemple, les déplacements pour aller déjeuner, pour aller à la banque ou pour déposer un enfant ou un ami quelque part.

Par *déplacement*, j'entends : tout trajet d'un point A à un point B, peu importe le mode utilisé (en voiture, en transport en commun, en moto, à vélo, à pied, covoiturage...).

Enregistrez les déplacements en suivant les jours indiqués sur les pages du carnet. Vous pouvez enregistrer jusqu'à 3 déplacements par page. Si vous faites plus de 3 déplacements par jour, utilisez les pages suivantes. Il est possible d'enregistrer jusqu'à 12 déplacements par jour. S'il vous arrivait de faire plus de 12 déplacements dans la même journée, merci de noter les déplacements suivants sur la page blanche à la fin.

Avant de partir, veuillez noter la commune ou l'arrondissement de départ et l'heure de départ. A l'arrivée, veuillez noter le lieu et l'heure d'arrivée, et cocher le motif du déplacement, le mode de transport utilisé, le type de stationnement et la distance approximative parcourue. Précisez si vous étiez accompagné(e) ou non et les informations relatives à ce déplacement que vous jugez utiles : circulation, intempéries, incidents,...

Merci beaucoup pour votre participation,
Gaële Lesteven.

Toutes les informations mentionnées dans ce carnet de bord sont confidentielles. L'identification individuelle sera supprimée lors du traitement de l'enquête.



Enquête sur les conditions de déplacement en Ile-de-France

Carnet de bord

Ce carnet de bord appartient à :

.....

Si vous trouvez ce document,
merci d'appeler le 06 24 48 64 02 ou
d'envoyer un message à Gaële.lesteven@yahoo.fr

EXEMPLE

1^o JOUR

DATE : lundi 14/12/09

	Déplacement 1	Déplacement 2	Déplacement 3
Départ	Lieu : Montrouge	Lieu : Suresnes	Lieu : Paris 15 ^{ème}
Arrivée	Heure : 7:35	Heure : 17:27	Heure : 18:43
	Lieu : Suresnes	Lieu : Paris 15 ^{ème}	Lieu : Paris 15 ^{ème}
	Heure : 8:20	Heure : 18:02	Heure : 18:55
Activité à destination	<input type="checkbox"/> Domicile : <input checked="" type="checkbox"/> Travail : <input type="checkbox"/> Aff. pro. : <input type="checkbox"/> Ecole/Enf. : <input type="checkbox"/> Santé/Médecin : <input type="checkbox"/> Loisirs : <input type="checkbox"/> Achats : <input type="checkbox"/> Accompagnement : <input type="checkbox"/> Aff. perso. : <input type="checkbox"/> Autres :	<input type="checkbox"/> Domicile : <input type="checkbox"/> Travail : <input type="checkbox"/> Aff. pro. : <input type="checkbox"/> Ecole/Enf. : <input type="checkbox"/> Santé/Médecin : <input checked="" type="checkbox"/> Loisirs : <input type="checkbox"/> Achats : <input type="checkbox"/> Accompagnement : <input type="checkbox"/> Aff. perso. : <input type="checkbox"/> Autres :	<input type="checkbox"/> Domicile : <input type="checkbox"/> Travail : <input type="checkbox"/> Aff. pro. : <input type="checkbox"/> Ecole/Enf. : <input type="checkbox"/> Santé/Médecin : <input type="checkbox"/> Loisirs : <input type="checkbox"/> Achats : <input checked="" type="checkbox"/> Accompagnement : <input type="checkbox"/> Aff. perso. : <input type="checkbox"/> Autres :
Mode de transport	<input type="checkbox"/> Marche à pied : <input type="checkbox"/> Transports en commun : <input checked="" type="checkbox"/> Voiture : <input type="checkbox"/> 2-roues motorisé : <input type="checkbox"/> Autres :	<input type="checkbox"/> Marche à pied : <input type="checkbox"/> Transports en commun : <input checked="" type="checkbox"/> Voiture : <input type="checkbox"/> 2-roues motorisé : <input type="checkbox"/> Autres :	<input checked="" type="checkbox"/> Marche à pied : <input type="checkbox"/> Transports en commun : <input type="checkbox"/> Voiture : <input type="checkbox"/> 2-roues motorisé : <input type="checkbox"/> Autres :
Stationnement (si nécessaire)	<input type="checkbox"/> Seul(e) : <input checked="" type="checkbox"/> Accompagné(e) : <input type="checkbox"/> Voie publique : <input checked="" type="checkbox"/> Privé : <input type="checkbox"/> Parc public : <input type="checkbox"/> Autres :	<input type="checkbox"/> Seul(e) : <input checked="" type="checkbox"/> Accompagné(e) : <input type="checkbox"/> Voie publique : <input checked="" type="checkbox"/> Privé : <input type="checkbox"/> Parc public : <input type="checkbox"/> Autres :	<input checked="" type="checkbox"/> Seul(e) : <input type="checkbox"/> Accompagné(e) : <input type="checkbox"/> Voie publique : <input type="checkbox"/> Privé : <input type="checkbox"/> Parc public : <input type="checkbox"/> Autres :
Distance	Approx. 12 km	Approx. 8 km	Approx. 1 km
Observations	<input type="checkbox"/> Bouchons : <input checked="" type="checkbox"/> Accident : <input type="checkbox"/> Travaux : <input type="checkbox"/> Intempéries : <input type="checkbox"/> Autres :	<input type="checkbox"/> Bouchons : <input checked="" type="checkbox"/> Accident : <input type="checkbox"/> Travaux : <input type="checkbox"/> Intempéries : <input type="checkbox"/> Autres :	<input type="checkbox"/> Bouchons : <input type="checkbox"/> Accident : <input type="checkbox"/> Travaux : <input checked="" type="checkbox"/> Intempéries : <input type="checkbox"/> Autres :

1^o JOUR

DATE : lundi...

	Déplacement 1	Déplacement 2	Déplacement 3
Départ	Lieu :	Lieu :	Lieu :
Arrivée	Heure :	Heure :	Heure :
	Lieu :	Lieu :	Lieu :
	Heure :	Heure :	Heure :
Activité à destination	<input type="checkbox"/> Domicile : <input type="checkbox"/> Travail : <input type="checkbox"/> Aff. pro. : <input type="checkbox"/> Ecole/Enf. : <input type="checkbox"/> Santé/Médecin : <input type="checkbox"/> Loisirs : <input type="checkbox"/> Achats : <input type="checkbox"/> Accompagnement : <input type="checkbox"/> Aff. perso. : <input type="checkbox"/> Autres :	<input type="checkbox"/> Domicile : <input type="checkbox"/> Travail : <input type="checkbox"/> Aff. pro. : <input type="checkbox"/> Ecole/Enf. : <input type="checkbox"/> Santé/Médecin : <input type="checkbox"/> Loisirs : <input type="checkbox"/> Achats : <input type="checkbox"/> Accompagnement : <input type="checkbox"/> Aff. perso. : <input type="checkbox"/> Autres :	<input type="checkbox"/> Domicile : <input type="checkbox"/> Travail : <input type="checkbox"/> Aff. pro. : <input type="checkbox"/> Ecole/Enf. : <input type="checkbox"/> Santé/Médecin : <input type="checkbox"/> Loisirs : <input type="checkbox"/> Achats : <input type="checkbox"/> Accompagnement : <input type="checkbox"/> Aff. perso. : <input type="checkbox"/> Autres :
Mode de transport	<input type="checkbox"/> Marche à pied : <input type="checkbox"/> Transports en commun : <input type="checkbox"/> Voiture : <input type="checkbox"/> 2-roues motorisé : <input type="checkbox"/> Autres :	<input type="checkbox"/> Marche à pied : <input type="checkbox"/> Transports en commun : <input type="checkbox"/> Voiture : <input type="checkbox"/> 2-roues motorisé : <input type="checkbox"/> Autres :	<input type="checkbox"/> Marche à pied : <input type="checkbox"/> Transports en commun : <input type="checkbox"/> Voiture : <input type="checkbox"/> 2-roues motorisé : <input type="checkbox"/> Autres :
Stationnement (si nécessaire)	<input type="checkbox"/> Seul(e) : <input type="checkbox"/> Accompagné(e) : <input type="checkbox"/> Voie publique : <input type="checkbox"/> Privé : <input type="checkbox"/> Parc public : <input type="checkbox"/> Autres :	<input type="checkbox"/> Seul(e) : <input type="checkbox"/> Accompagné(e) : <input type="checkbox"/> Voie publique : <input type="checkbox"/> Privé : <input type="checkbox"/> Parc public : <input type="checkbox"/> Autres :	<input type="checkbox"/> Seul(e) : <input type="checkbox"/> Accompagné(e) : <input type="checkbox"/> Voie publique : <input type="checkbox"/> Privé : <input type="checkbox"/> Parc public : <input type="checkbox"/> Autres :
Distance	Approx. km	Approx. km	Approx. km
Observations	<input type="checkbox"/> Bouchons : <input type="checkbox"/> Accident : <input type="checkbox"/> Travaux : <input type="checkbox"/> Intempéries : <input type="checkbox"/> Autres :	<input type="checkbox"/> Bouchons : <input type="checkbox"/> Accident : <input type="checkbox"/> Travaux : <input type="checkbox"/> Intempéries : <input type="checkbox"/> Autres :	<input type="checkbox"/> Bouchons : <input type="checkbox"/> Accident : <input type="checkbox"/> Travaux : <input type="checkbox"/> Intempéries : <input type="checkbox"/> Autres :

Premières pages du carnet de bord dans la région métropolitaine de Mumbai

How to fill the diary ?

Each member of the family doing the survey fills his or her own trip diary.

Please fill the diary during 3 consecutive days: 2 weekdays and a week-end holiday.

ALL trips must be mentioned, even if they are repeated during the week. Do not forget, for example, trips to go to lunch or to go to the bank or to drop a child or a friend somewhere.

A 'trip' means a move from point A to point B by any mode (by car, 2-wheelers, train, bus, walking...) for any purpose. To and from should be considered as two trips.

Please record the trips day per day. You can record until 3 trips per page. If you do more than 3 trips a day, use the following pages. It is possible to record up to 12 trips a day. If you do more than 12 trips in the same day, please note them in the white sheet at the end of the diary.

Before leaving, note where you are (neighbourhood - city), and the time of departure. At destination, note the place and the time of arrival, check the purpose of the trip, the mode of transport, the parking and the approximate traveled distance. Precise if you have a companion and/or a driver and add all the useful information regarding the trip such as : jams due to traffic, accidents, events....

Thank you very much for your participation.

Gaëlle Lesteven, La Sorbonne University, Paris.
Ashok Datar /Sonali Kelkar, Mumbai Environmental Social Network.

All the information contained in the diary is confidential. Personal identity will be deleting during the survey process.



Study on travel conditions in Mumbai

Trip Diary

This trip diary belongs to:

.....

If you find this document,
please call number 93232 60418
or send an email to Gaëlle.lesteven@yahoo.fr

EXAMPLE

DATE: Monday 03/08/2010

DAY #1

From	Trip 1		Trip 2		Trip 3	
	Place: Dadar	Place: Marine Drive	Place: Fountain	Place: Marine Drive	Place: Fountain	
	Time: 11:32 am	Time: 3:05 pm	Time: 4:10 pm	Time: 4:30 pm		
To	Trip 1		Trip 2		Trip 3	
	Place: Marine Drive	Place: Fountain	Place: Marine Drive	Place: Fountain	Place: Marine Drive	
	Time: 1:10 pm	Time: 3:21 pm	Time: 4:30 pm	Time: 4:30 pm		
Purpose	Return to home: <input checked="" type="checkbox"/> Work: <input type="checkbox"/> Business: <input type="checkbox"/> School: <input type="checkbox"/> Doctor/hospital: <input type="checkbox"/> Entertainment: <input type="checkbox"/> Shopping: <input type="checkbox"/> Dropping/picking: <input type="checkbox"/> Eating out: <input type="checkbox"/> Personal: <input type="checkbox"/> Other:	Return to home: <input type="checkbox"/> Work: <input checked="" type="checkbox"/> Business: <input type="checkbox"/> School: <input type="checkbox"/> Doctor/hospital: <input type="checkbox"/> Entertainment: <input type="checkbox"/> Shopping: <input type="checkbox"/> Dropping/picking: <input type="checkbox"/> Eating out: <input type="checkbox"/> Personal: <input type="checkbox"/> Other:	Return to home: <input type="checkbox"/> Work: <input checked="" type="checkbox"/> Business: <input type="checkbox"/> School: <input type="checkbox"/> Doctor/hospital: <input type="checkbox"/> Entertainment: <input type="checkbox"/> Shopping: <input type="checkbox"/> Dropping/picking: <input type="checkbox"/> Eating out: <input type="checkbox"/> Personal: <input type="checkbox"/> Other:	Return to home: <input type="checkbox"/> Work: <input checked="" type="checkbox"/> Business: <input type="checkbox"/> School: <input type="checkbox"/> Doctor/hospital: <input type="checkbox"/> Entertainment: <input type="checkbox"/> Shopping: <input type="checkbox"/> Dropping/picking: <input type="checkbox"/> Eating out: <input type="checkbox"/> Personal: <input type="checkbox"/> Other:	Return to home: <input type="checkbox"/> Work: <input checked="" type="checkbox"/> Business: <input type="checkbox"/> School: <input type="checkbox"/> Doctor/hospital: <input type="checkbox"/> Entertainment: <input type="checkbox"/> Shopping: <input type="checkbox"/> Dropping/picking: <input type="checkbox"/> Eating out: <input type="checkbox"/> Personal: <input type="checkbox"/> Other:	Return to home: <input type="checkbox"/> Work: <input checked="" type="checkbox"/> Business: <input type="checkbox"/> School: <input type="checkbox"/> Doctor/hospital: <input type="checkbox"/> Entertainment: <input type="checkbox"/> Shopping: <input type="checkbox"/> Dropping/picking: <input type="checkbox"/> Eating out: <input type="checkbox"/> Personal: <input type="checkbox"/> Other:
Transport mode	On foot: <input type="checkbox"/> Bicycle: <input type="checkbox"/> Train: <input type="checkbox"/> Public bus: <input type="checkbox"/> Auto-rickshaw: <input type="checkbox"/> Taxi: <input type="checkbox"/> Own 2-wheeler: <input type="checkbox"/> Own car: <input type="checkbox"/> Other's car: <input type="checkbox"/> Other:	On foot: <input type="checkbox"/> Bicycle: <input type="checkbox"/> Train: <input type="checkbox"/> Public bus: <input type="checkbox"/> Auto-rickshaw: <input type="checkbox"/> Taxi: <input type="checkbox"/> Own 2-wheeler: <input type="checkbox"/> Own car: <input type="checkbox"/> Other's car: <input type="checkbox"/> Other:	On foot: <input type="checkbox"/> Bicycle: <input type="checkbox"/> Train: <input type="checkbox"/> Public bus: <input type="checkbox"/> Auto-rickshaw: <input type="checkbox"/> Taxi: <input type="checkbox"/> Own 2-wheeler: <input type="checkbox"/> Own car: <input type="checkbox"/> Other's car: <input type="checkbox"/> Other:	On foot: <input type="checkbox"/> Bicycle: <input type="checkbox"/> Train: <input type="checkbox"/> Public bus: <input type="checkbox"/> Auto-rickshaw: <input type="checkbox"/> Taxi: <input type="checkbox"/> Own 2-wheeler: <input type="checkbox"/> Own car: <input type="checkbox"/> Other's car: <input type="checkbox"/> Other:	On foot: <input type="checkbox"/> Bicycle: <input type="checkbox"/> Train: <input type="checkbox"/> Public bus: <input type="checkbox"/> Auto-rickshaw: <input type="checkbox"/> Taxi: <input type="checkbox"/> Own 2-wheeler: <input type="checkbox"/> Own car: <input type="checkbox"/> Other's car: <input type="checkbox"/> Other:	On foot: <input type="checkbox"/> Bicycle: <input type="checkbox"/> Train: <input type="checkbox"/> Public bus: <input type="checkbox"/> Auto-rickshaw: <input type="checkbox"/> Taxi: <input type="checkbox"/> Own 2-wheeler: <input type="checkbox"/> Own car: <input type="checkbox"/> Other's car: <input type="checkbox"/> Other:
Parking (if necessary)	Alone: <input type="checkbox"/> Accompanied: <input type="checkbox"/> Driver:	Alone: <input type="checkbox"/> Accompanied: <input type="checkbox"/> Driver:	Alone: <input type="checkbox"/> Accompanied: <input type="checkbox"/> Driver:	Alone: <input type="checkbox"/> Accompanied: <input type="checkbox"/> Driver:	Alone: <input type="checkbox"/> Accompanied: <input type="checkbox"/> Driver:	Alone: <input type="checkbox"/> Accompanied: <input type="checkbox"/> Driver:
Distance	Approx. 13 km	Approx. 4 km	Approx. 4 km	Approx. 4 km	Approx. 4 km	Approx. km
Observations	Jams due to: <input type="checkbox"/> Accident: <input type="checkbox"/> Works: <input type="checkbox"/> Encroachment: <input type="checkbox"/> Traffic: <input type="checkbox"/> Other:	Jams due to: <input type="checkbox"/> Accident: <input type="checkbox"/> Works: <input type="checkbox"/> Encroachment: <input type="checkbox"/> Traffic: <input type="checkbox"/> Other:	Jams due to: <input type="checkbox"/> Accident: <input type="checkbox"/> Works: <input type="checkbox"/> Encroachment: <input type="checkbox"/> Traffic: <input type="checkbox"/> Other:	Jams due to: <input type="checkbox"/> Accident: <input type="checkbox"/> Works: <input type="checkbox"/> Encroachment: <input type="checkbox"/> Traffic: <input type="checkbox"/> Other:	Jams due to: <input type="checkbox"/> Accident: <input type="checkbox"/> Works: <input type="checkbox"/> Encroachment: <input type="checkbox"/> Traffic: <input type="checkbox"/> Other:	Jams due to: <input type="checkbox"/> Accident: <input type="checkbox"/> Works: <input type="checkbox"/> Encroachment: <input type="checkbox"/> Traffic: <input type="checkbox"/> Other:

DAY #1

DATE:....

From	Trip 1		Trip 2		Trip 3	
	Place:	Place:	Place:	Place:	Place:	
	Time:	Time:	Time:	Time:	Time:	
To	Trip 1		Trip 2		Trip 3	
	Place:	Place:	Place:	Place:	Place:	
	Time:	Time:	Time:	Time:	Time:	
Purpose	Return to home: <input type="checkbox"/> Work: <input type="checkbox"/> Business: <input type="checkbox"/> School: <input type="checkbox"/> Doctor/hospital: <input type="checkbox"/> Entertainment: <input type="checkbox"/> Shopping: <input type="checkbox"/> Dropping/picking: <input type="checkbox"/> Eating out: <input type="checkbox"/> Personal: <input type="checkbox"/> Other:	Return to home: <input type="checkbox"/> Work: <input type="checkbox"/> Business: <input type="checkbox"/> School: <input type="checkbox"/> Doctor/hospital: <input type="checkbox"/> Entertainment: <input type="checkbox"/> Shopping: <input type="checkbox"/> Dropping/picking: <input type="checkbox"/> Eating out: <input type="checkbox"/> Personal: <input type="checkbox"/> Other:	Return to home: <input type="checkbox"/> Work: <input type="checkbox"/> Business: <input type="checkbox"/> School: <input type="checkbox"/> Doctor/hospital: <input type="checkbox"/> Entertainment: <input type="checkbox"/> Shopping: <input type="checkbox"/> Dropping/picking: <input type="checkbox"/> Eating out: <input type="checkbox"/> Personal: <input type="checkbox"/> Other:	Return to home: <input type="checkbox"/> Work: <input type="checkbox"/> Business: <input type="checkbox"/> School: <input type="checkbox"/> Doctor/hospital: <input type="checkbox"/> Entertainment: <input type="checkbox"/> Shopping: <input type="checkbox"/> Dropping/picking: <input type="checkbox"/> Eating out: <input type="checkbox"/> Personal: <input type="checkbox"/> Other:	Return to home: <input type="checkbox"/> Work: <input type="checkbox"/> Business: <input type="checkbox"/> School: <input type="checkbox"/> Doctor/hospital: <input type="checkbox"/> Entertainment: <input type="checkbox"/> Shopping: <input type="checkbox"/> Dropping/picking: <input type="checkbox"/> Eating out: <input type="checkbox"/> Personal: <input type="checkbox"/> Other:	Return to home: <input type="checkbox"/> Work: <input type="checkbox"/> Business: <input type="checkbox"/> School: <input type="checkbox"/> Doctor/hospital: <input type="checkbox"/> Entertainment: <input type="checkbox"/> Shopping: <input type="checkbox"/> Dropping/picking: <input type="checkbox"/> Eating out: <input type="checkbox"/> Personal: <input type="checkbox"/> Other:
Transport mode	On foot: <input type="checkbox"/> Bicycle: <input type="checkbox"/> Train: <input type="checkbox"/> Public bus: <input type="checkbox"/> Auto-rickshaw: <input type="checkbox"/> Taxi: <input type="checkbox"/> Own 2-wheeler: <input type="checkbox"/> Own car: <input type="checkbox"/> Other's car: <input type="checkbox"/> Other:	On foot: <input type="checkbox"/> Bicycle: <input type="checkbox"/> Train: <input type="checkbox"/> Public bus: <input type="checkbox"/> Auto-rickshaw: <input type="checkbox"/> Taxi: <input type="checkbox"/> Own 2-wheeler: <input type="checkbox"/> Own car: <input type="checkbox"/> Other's car: <input type="checkbox"/> Other:	On foot: <input type="checkbox"/> Bicycle: <input type="checkbox"/> Train: <input type="checkbox"/> Public bus: <input type="checkbox"/> Auto-rickshaw: <input type="checkbox"/> Taxi: <input type="checkbox"/> Own 2-wheeler: <input type="checkbox"/> Own car: <input type="checkbox"/> Other's car: <input type="checkbox"/> Other:	On foot: <input type="checkbox"/> Bicycle: <input type="checkbox"/> Train: <input type="checkbox"/> Public bus: <input type="checkbox"/> Auto-rickshaw: <input type="checkbox"/> Taxi: <input type="checkbox"/> Own 2-wheeler: <input type="checkbox"/> Own car: <input type="checkbox"/> Other's car: <input type="checkbox"/> Other:	On foot: <input type="checkbox"/> Bicycle: <input type="checkbox"/> Train: <input type="checkbox"/> Public bus: <input type="checkbox"/> Auto-rickshaw: <input type="checkbox"/> Taxi: <input type="checkbox"/> Own 2-wheeler: <input type="checkbox"/> Own car: <input type="checkbox"/> Other's car: <input type="checkbox"/> Other:	On foot: <input type="checkbox"/> Bicycle: <input type="checkbox"/> Train: <input type="checkbox"/> Public bus: <input type="checkbox"/> Auto-rickshaw: <input type="checkbox"/> Taxi: <input type="checkbox"/> Own 2-wheeler: <input type="checkbox"/> Own car: <input type="checkbox"/> Other's car: <input type="checkbox"/> Other:
Parking (if necessary)	Alone: <input type="checkbox"/> Accompanied: <input type="checkbox"/> Driver:	Alone: <input type="checkbox"/> Accompanied: <input type="checkbox"/> Driver:	Alone: <input type="checkbox"/> Accompanied: <input type="checkbox"/> Driver:	Alone: <input type="checkbox"/> Accompanied: <input type="checkbox"/> Driver:	Alone: <input type="checkbox"/> Accompanied: <input type="checkbox"/> Driver:	Alone: <input type="checkbox"/> Accompanied: <input type="checkbox"/> Driver:
Distance	Approx. km	Approx. km	Approx. km	Approx. km	Approx. km	Approx. km
Observations	Jams due to: <input type="checkbox"/> Accident: <input type="checkbox"/> Works: <input type="checkbox"/> Encroachment: <input type="checkbox"/> Traffic: <input type="checkbox"/> Other:	Jams due to: <input type="checkbox"/> Accident: <input type="checkbox"/> Works: <input type="checkbox"/> Encroachment: <input type="checkbox"/> Traffic: <input type="checkbox"/> Other:	Jams due to: <input type="checkbox"/> Accident: <input type="checkbox"/> Works: <input type="checkbox"/> Encroachment: <input type="checkbox"/> Traffic: <input type="checkbox"/> Other:	Jams due to: <input type="checkbox"/> Accident: <input type="checkbox"/> Works: <input type="checkbox"/> Encroachment: <input type="checkbox"/> Traffic: <input type="checkbox"/> Other:	Jams due to: <input type="checkbox"/> Accident: <input type="checkbox"/> Works: <input type="checkbox"/> Encroachment: <input type="checkbox"/> Traffic: <input type="checkbox"/> Other:	Jams due to: <input type="checkbox"/> Accident: <input type="checkbox"/> Works: <input type="checkbox"/> Encroachment: <input type="checkbox"/> Traffic: <input type="checkbox"/> Other:

Annexe 6. Les cartes à jouer

Cette annexe complète le chapitre 8.

Nous présentons dans l'ordre suivant :

- les cartes à jouer en portugais,
- les cartes à jouer en français,
- les cartes à jouer en anglais.

Les cartes à jouer en portugais

Eu lhe proponho participar de um **jogo**.

Vou mostrar diferentes cenários,
que estão relacionados com algumas de suas viagens.
Essas viagens terão as condições de transito alteradas.

O objetivo é **reagir a esses cenários**.

S 1.1.1

As condições de tráfego mudam todos os dias. Elas se tornam menos previsíveis.
Sua viagem ao trabalho pode demorar entre minutos e minutos (+50%).

O que você faz?

S 1.1.2

As condições de tráfego mudam todos os dias. Elas se tornam menos previsíveis.
Sua viagem ao trabalho pode demorar entre minutos e minutos (x2).

O que você faz?

S 1.1.3

As condições de tráfego mudam todos os dias. Elas se tornam menos previsíveis.
Sua viagem ao trabalho pode demorar entre minutos e minutos (x3).

O que você faz?

S 1.2.1

As condições de tráfego mudam todos os dias. Elas se tornam menos previsíveis.
Sua viagem a..... pode demorar entre minutos e minutos (+50%).

O que você faz?

S 1.2.2

As condições de tráfego mudam todos os dias. Elas se tornam menos previsíveis.
Sua viagem a..... pode demorar entre minutos e minutos (x2).

O que você faz?

S 1.2.3

As condições de tráfego mudam todos os dias. Elas se tornam menos previsíveis.
Sua viagem a..... pode demorar entre minutos e minutos (x3).

O que você faz?

S 2.1.1

Faz algum tempo que as condições de tráfego pioraram.

Sua viagem ao trabalho dura sistematicamente 50% a mais do que antes.

A viagem dura agora minutos para ir ao trabalho (ao invés de..... minutos).

O que você faz?

S 2.1.2

Faz algum tempo que as condições de tráfego pioraram.

Sua viagem ao trabalho dura sistematicamente o dobro do que antes.

A viagem dura agora minutos para ir ao trabalho (ao invés de..... minutos).

O que você faz?

S 2.1.3

Faz algum tempo que as condições de tráfego pioraram.

Sua viagem ao trabalho dura sistematicamente três vezes mais do que antes.

A viagem dura agora minutos para ir ao trabalho (ao invés de..... minutos).

O que você faz?

S 2.2.1

Faz algum tempo que as condições de tráfego pioraram.

Sua viagem a..... dura sistematicamente 50% a mais do que antes.

A viagem dura agora minutos (ao invés de..... minutos).

O que você faz?

S 2.2.2

Faz algum tempo que as condições de tráfego pioraram.

Sua viagem a..... dura sistematicamente o dobro do que antes.

A viagem dura agora minutos (ao invés de..... minutos).

O que você faz?

S 2.2.3

Faz algum tempo que as condições de tráfego pioraram.

Sua viagem a..... dura sistematicamente três vezes mais do que antes.

A viagem dura agora minutos (ao invés de..... minutos).

O que você faz?

S 2.3.1

Faz algum tempo que as condições de tráfego pioraram.

Todas as suas viagens duram sistematicamente 50% a mais do que antes.

Você gasta agora..... horas de viagem por dia (ao invés de..... horas).

O que você faz?

S 2.3.2

Faz algum tempo que as condições de tráfego pioraram.

Todas as suas viagens duram sistematicamente o dobro do que antes.

Você gasta agora..... horas de viagem por dia (ao invés de..... horas).

O que você faz?

S 2.3.3

Faz algum tempo que as condições de tráfego pioraram.

Todas as suas viagens duram sistematicamente três vezes mais do que antes.

Você gasta agora..... horas de viagem por dia (ao invés de..... horas).

O que você faz?

Les cartes à jouer en français

La règle du jeu :

Pour chaque scénario, nous jouons avec l'un de vos déplacements.

Je change les conditions de ce déplacement.

Vous me dites ce que vous faites.

S 1.1.1

Les conditions de circulation changent tous les jours. Elles deviennent moins prévisibles.

Pour aller au travail,

vous pouvez mettre entre minutes etminutes (+50%).

Que faites-vous ?

S 1.1.2

Les conditions de circulation changent tous les jours. Elles deviennent moins prévisibles.

Pour aller au travail,

vous pouvez mettre entre minutes etminutes (x2).

Que faites-vous ?

S 1.1.3

Les conditions de circulation changent tous les jours. Elles deviennent moins prévisibles.

Pour aller au travail,

vous pouvez mettre entre minutes etminutes (x3).

Que faites-vous ?

S 1.2.1

Les conditions de circulation changent tous les jours. Elles deviennent moins prévisibles.

Pour aller à,

vous pouvez mettre entre minutes etminutes (+50%).

Que faites-vous ?

S 1.2.2

Les conditions de circulation changent tous les jours. Elles deviennent moins prévisibles.

Pour aller à,

vous pouvez mettre entre minutes etminutes (x2).

Que faites-vous ?

S 1.2.3

Les conditions de circulation changent tous les jours. Elles deviennent moins prévisibles.

Pour aller à,

vous pouvez mettre entre minutes etminutes (x3).

Que faites-vous ?

S 2.1.1

Depuis quelque temps, les conditions de déplacement empirent.

Pour aller au travail,

vous mettez dorénavant systématiquement 50 % de temps en plus ;

soit minutes (à la place de minutes).

Que faites-vous ?

S 2.1.2

Depuis quelque temps, les conditions de déplacement empirent.

Pour aller au travail,

vous mettez dorénavant systématiquement 2 fois plus de temps ;

soit minutes (à la place de minutes).

Que faites-vous ?

S 2.1.3

Depuis quelque temps, les conditions de déplacement empirent.

Pour aller au travail,

vous mettez dorénavant systématiquement 3 fois plus de temps ;

soit minutes (à la place de minutes).

Que faites-vous ?

S 2.2.1

Depuis quelque temps, les conditions de déplacement empirent.

Pour aller à,

vous mettez dorénavant systematiquement 50 % de temps en plus ;

soit minutes (à la place de minutes).

Que faites-vous ?

S 2.2.2

Depuis quelque temps, les conditions de déplacement empirent.

Pour aller à,

vous mettez dorénavant systematiquement 2 fois plus de temps ;

soit minutes (à la place de minutes).

Que faites-vous ?

S 2.2.3

Depuis quelque temps, les conditions de déplacement empirent.

Pour aller à,

vous mettez dorénavant systematiquement 3 fois plus de temps ;

soit minutes (à la place de minutes).

Que faites-vous ?

S 2.3.1

Depuis quelque temps, les conditions de déplacement empirent.

Pour réaliser l'ensemble des déplacements de la journée,

vous mettez dorénavant systematiquement 50 % de temps en plus ;

soit minutes (à la place de minutes).

Que faites-vous ?

S 2.3.2

Depuis quelque temps, les conditions de déplacement empirent.

Pour réaliser l'ensemble des déplacements de la journée,
vous mettez dorénavant systématiquement 2 fois plus de temps ;
soit minutes (à la place de minutes).

Que faites-vous ?

S 2.3.3

Depuis quelque temps, les conditions de déplacement empirent.

Pour réaliser l'ensemble des déplacements de la journée,
vous mettez dorénavant systématiquement 3 fois plus de temps ;
soit minutes (à la place de minutes).

Que faites-vous ?

Les cartes à jouer en anglais

Rules of the game:

For each scenario, we play with one of your trips.

We change the conditions of the trip.

Please tell us what you would do.

S 1.1.1

Travel conditions change everyday. They are less and less predictable.

To go to work,

it can take you between..... minutes andminutes (+50%).

What do you do?

S 1.1.2

Travel conditions change everyday. They are less and less predictable.

To go to work,

it can take you between..... minutes andminutes (x2).

What do you do?

S 1.1.3

Travel conditions change everyday. They are less and less predictable.

To go to work,

it can take you between..... minutes andminutes (x3).

What do you do?

S 1.2.1

Travel conditions change everyday. They are less and less predictable.

To go to,

it can take you between..... minutes andminutes (+50%).

What do you do?

S 1.2.2

Travel conditions change everyday. They are less and less predictable.

To go to,

it can take you between..... minutes andminutes (x2).

What do you do?

S 1.2.3

Travel conditions change everyday. They are less and less predictable.

To go to,

it can take you between..... minutes andminutes (x3).

What do you do?

S 2.1.1

Since a while, travel conditions have been getting worse.

Right now, to go to work,

it always takes you 50% more time,

ie minutes (instead of minutes).

What do you do?

S 2.1.2

Since a while, travel conditions have been getting worse.

Right now, to go to work,

it always takes you twice the time,

ie minutes (instead of minutes).

What do you do?

S 2.1.3

Since a while, travel conditions have been getting worse.

Right now, to go to work,

it always takes you three times the time,

ie minutes (instead of minutes).

What do you do?

S 2.2.1

Since a while, travel conditions have been getting worse.

Right now, to go to.....,

it always takes you 50% more time,

ie minutes (instead of minutes).

What do you do?

S 2.2.2

Since a while, travel conditions have been getting worse.

Right now, to go to.....,

it always takes you twice the time,

ie minutes (instead of minutes).

What do you do?

S 2.2.3

Since a while, travel conditions have been getting worse.

Right now, to go to.....,

it always takes you three times the time,

ie minutes (instead of minutes).

What do you do?

S 2.3.1

Since a while, travel conditions have been getting worse.

Right now, to make all the trips of the day,

it always takes you 50% more time,

ie minutes (instead of minutes).

What do you do?

S 2.3.2

Since a while, travel conditions have been getting worse.

Right now, to make all the trips of the day,

it always takes you twice the time,

ie minutes (instead of minutes).

What do you do?

S 2.3.3

Since a while, travel conditions have been getting worse.

Right now, to make all the trips of the day,

it always takes you three times the time,

ie minutes (instead of minutes).

What do you do?

Annexe 7. Le questionnaire

Cette annexe complète le chapitre 9.

Le questionnaire est daté du 24 novembre 2010. Il est présenté sans les filtres.

Questionnaire sur les stratégies d'adaptations à la congestion automobile des automobilistes franciliens concernant leur déplacement domicile-travail (trajet aller) en Île-de-France.

- Quel est votre département de résidence ?

- ☐ 1 Paris (75)
- ☐ 2 Seine-et-Marne (77)
- ☐ 3 Yvelines (78)
- ☐ 4 Essonne (91)
- ☐ 5 Hauts-de-Seine (92)
- ☐ 6 Seine-Saint-Denis (93)
- ☐ 7 Val-de-Marne (94)
- ☐ 8 Val-d'Oise (95)
- ☐ 9 Autre département

- Votre situation professionnelle :

- ☐ 1 Vous occupez un emploi (CDD ou CDI)
- ☐ 2 Vous êtes en recherche d'emploi
- ☐ 3 Vous n'avez pas d'activité professionnelle (étudiant, homme/femme au foyer, retraité, ...)

- Dans quel département se situe votre lieu de travail ?

- ☐ 1 Paris (75)
- ☐ 2 Seine-et-Marne (77)
- ☐ 3 Yvelines (78)
- ☐ 4 Essonne (91)
- ☐ 5 Hauts-de-Seine (92)
- ☐ 6 Seine-Saint-Denis (93)
- ☐ 7 Val-de-Marne (94)
- ☐ 8 Val-d'Oise (95)
- ☐ 9 Autre département

- Quel mode de transport utilisez-vous le plus fréquemment dans la semaine pour vous rendre à votre lieu de travail ?

- ☐ 1 la marche
- ☐ 2 le vélo
- ☐ 3 le scooter/moto
- ☐ 4 la voiture
- ☐ 5 les transports en commun (bus, métro, RER, train)
- ☐ 6 aucun

- Utilisez-vous au moins une fois par semaine un autre mode de transport que ceux cités précédemment pour vous rendre sur votre lieu de travail ? (5 réponses max)

- ☐ 1 oui, la marche
- ☐ 2 oui, le vélo
- ☐ 3 oui, le scooter/moto
- ☐ 4 oui, la voiture
- ☐ 5 oui, les transports en commun (bus, métro, RER, train)
- ☐ 6 non, aucun autre mode

Caractéristiques

- Vous est-il possible d'utiliser les transports en commun (bus, métro, RER, train) pour vous rendre à votre travail, bien que vous ne les utilisiez pas plus d'une fois par semaine ?

- ☐ 1 Oui
- ☐ 2 Non

- Pourquoi vous n'utilisez pas les transports en commun ?
(13 réponses maximum)

- ☐ 1 Durée de trajet plus longue
- ☐ 2 Durée de trajet plus irrégulière
- ☐ 3 Trajet avec correspondances
- ☐ 4 Horaires moins bien adaptés
- ☐ 5 Plus cher
- ☐ 6 Plus fatiguant
- ☐ 7 Confort moindre
- ☐ 8 Sécurité moindre
- ☐ 9 Trop de monde
- ☐ 10 Le trajet dépend de quelqu'un d'autre (covoiturage, enfant à accompagner..)
- ☐ 11 Par habitude
- ☐ 12 Par choix
- ☐ 13 Autres raisons (Merci de préciser)

- Avez-vous des raisons particulières qui, dans la semaine, vous font choisir la voiture pour votre trajet domicile-travail plutôt qu'un autre mode de transport?

(6 réponses maximum)

- ☐ 1 La météo
- ☐ 2 Des rendez-vous ou des déplacements professionnels en dehors de votre lieu de travail
- ☐ 3 Des activités sportives, des loisirs
- ☐ 4 Des enfants à accompagner (à l'école, à des activités, etc ...)
- ☐ 5 Des contraintes d'accompagnement comme le covoiturage
- ☐ 6 Autres
- ☐ 7 Aucune raison particulière

- A quelle heure quittez-vous habituellement votre domicile pour aller travailler ?

- A quelle heure quittez-vous habituellement votre travail pour rentrer chez vous ?

- Vos horaires de travail sont-ils flexibles (c'est-à-dire pouvez-vous arriver et/ou partir de votre lieu de travail à l'heure que vous voulez) ?

- ☐ 1 Oui
- ☐ 2 Non

- Vous arrive-t-il de travailler depuis chez vous (y compris télétravail) ?

- ☐ 1 Oui, une fois par semaine ou plus
- ☐ 2 Oui, une fois par mois ou plus
- ☐ 3 Oui, occasionnellement
- ☐ 4 Non, jamais
- ☐ 5 Non, mon employeur ne m'y autorise pas

- En partant travailler, faites-vous des arrêts sur votre chemin entre le domicile et le travail? (3 réponses maximum)

- ☐ 1 Non
- ☐ 2 Oui pour déposer les enfants à l'école, la crèche, chez la nourrice
- ☐ 3 Oui pour faire des achats
- ☐ 4 Oui pour faire des activités de loisirs, pour rendre visite à la famille, à des amis
- ☐ 5 Oui pour autre chose

- En rentrant du travail, faites-vous des arrêts sur votre chemin entre le travail et le domicile ?

(3 réponses maximum)

- ☐ 1 Non
- ☐ 2 Oui pour chercher les enfants à l'école, la crèche, chez la nourrice.
- ☐ 3 Oui pour faire des achats
- ☐ 4 Oui pour faire des activités de loisirs, pour rendre visite à la famille, à des amis
- ☐ 5 Oui pour autre chose

- Nous allons nous intéresser à vos déplacements domicile travail en voiture.
Combien de temps mettez-vous pour effectuer votre trajet porte à porte ?

A l'ALLER (domicile-->travail) au minimum

Au maximum

En général (la plupart du temps)

AU RETOUR (travail-->domicile) au minimum

Au maximum

En général (la plupart du temps)

JEU

Nous allons vous proposer 2 scénarios d'évolution des conditions de circulation automobile lors de vos déplacements domicile-travail en voiture.

Il y aura 3 situations différentes par scénario.

On suppose que la situation des transports en commun reste identique à celle d'aujourd'hui (même capacité, même fréquence qu'aujourd'hui, le temps de trajet reste identique).

De même la situation de stationnement est la même et le prix du carburant ne change pas. Seules les conditions de circulation automobile se dégradent.

Nous vous demandons de lire attentivement chacune des 6 situations suivantes et de nous dire quel(s) seraient votre ou vos choix face à chacune de ces 6 situations.

Actuellement pour vous rendre de votre domicile à votre travail, vous mettez en général x minutes environ en voiture.

Scénario 1

1/ Imaginez que les conditions de circulation changent tous les jours, qu'elles deviennent de moins en moins prévisibles.

C'est la loterie, certains jours pour aller au travail, vous mettez le temps que vous mettez actuellement, certains jours vous mettez 50% de temps en plus.

Exemple : Vous mettez habituellement x minutes pour vous rendre au travail en voiture. Maintenant, avec ces nouvelles conditions de circulation, c'est la loterie, vous allez mettre certains jours encore x minutes mais au moins une à deux fois par semaine vous allez mettre jusqu'à $x*1,5$ minutes (soit 50% de temps en plus).

Que faites-vous ?

- ☐ 1 Je ne change rien
- ☐ 2 Je pars plus tôt
- ☐ 3 Je change d'itinéraire
- ☐ 4 Je vais à pied
- ☐ 5 Je vais en vélo
- ☐ 6 Je vais en scooter ou moto
- ☐ 7 Je prends les transports en commun
- ☐ 8 Je fais du covoiturage
- ☐ 9 Je réunis mes déplacements
- ☐ 10 Je modifie mes horaires de travail
- ☐ 11 Je réduis mon temps de présence à mon lieu de travail
- ☐ 12 Je fais demi-tour et ne vais pas à mon lieu de travail
- ☐ 13 Je travaille chez moi (y compris télétravail)
- ☐ 14 Je change de lieu de travail
- ☐ 15 Je change d'emploi
- ☐ 16 Je change de lieu de résidence
- ☐ 17 Autres (Merci de préciser)
- ☐ 18 Pas de choix supplémentaire

2/ Maintenant imaginez que les conditions de circulation continuent de changer tous les jours, qu'elles deviennent de moins en moins prévisibles. C'est la loterie, certains jours pour aller au travail, vous mettez le temps actuel, certains jours vous mettez DEUX fois plus de temps.

Ex : Certains jours vous mettez x min, certains jours vous mettez jusqu'à $x*2$ min.

Que faites-vous ?

- ☐ 1 Je ne change rien
- ☐ 2 Je pars plus tôt
- ☐ 3 Je change d'itinéraire
- ☐ 4 Je vais à pied
- ☐ 5 Je vais en vélo
- ☐ 6 Je vais en scooter ou moto
- ☐ 7 Je prends les transports en commun

- ☐ 8 Je fais du covoiturage
- ☐ 9 Je réunis mes déplacements
- ☐ 10 Je modifie mes horaires de travail
- ☐ 11 Je réduis mon temps de présence à mon lieu de travail
- ☐ 12 Je fais demi-tour et ne vais pas à mon lieu de travail
- ☐ 13 Je travaille chez moi (y compris télétravail)
- ☐ 14 Je change de lieu de travail
- ☐ 15 Je change d'emploi
- ☐ 16 Je change de lieu de résidence
- ☐ 17 Autres (Merci de préciser)
- ☐ 18 Pas de choix supplémentaire

3/ Enfin, imaginez que les conditions de circulation changent tous les jours, qu'elles deviennent de moins en moins prévisibles. C'est la loterie, certains jours pour aller au travail, vous mettez le temps actuel, certains jours vous mettez TROIS fois plus de temps.

*Ex : Certains jours vous mettez x min, certains jours vous mettez jusqu'à $x*3$ min.*

Que faites-vous ?

- ☐ 1 Je ne change rien
- ☐ 2 Je pars plus tôt
- ☐ 3 Je change d'itinéraire
- ☐ 4 Je vais à pied
- ☐ 5 Je vais en vélo
- ☐ 6 Je vais en scooter ou moto
- ☐ 7 Je prends les transports en commun
- ☐ 8 Je fais du covoiturage
- ☐ 9 Je réunis mes déplacements
- ☐ 10 Je modifie mes horaires de travail
- ☐ 11 Je réduis mon temps de présence à mon lieu de travail
- ☐ 12 Je fais demi-tour et ne vais pas à mon lieu de travail
- ☐ 13 Je travaille chez moi (y compris télétravail)
- ☐ 14 Je change de lieu de travail
- ☐ 15 Je change d'emploi
- ☐ 16 Je change de lieu de résidence
- ☐ 17 Autres (Merci de préciser)
- ☐ 18 Pas de choix supplémentaire

Scénario 2

1/ ATTENTION Depuis quelques temps, les conditions de circulation se dégradent de façon PERMANENTE.

On suppose toujours que la situation des transports en commun reste identique (même capacité, même fréquence, même temps de trajet qu'aujourd'hui). De même, la situation de stationnement est la même et le prix du carburant ne change pas.

Pour aller au travail, vous mettez dorénavant systématiquement 50% de temps en plus.

*Exemple : Vous mettez habituellement x minutes pour vous rendre au travail en voiture. Maintenant, avec ces conditions de circulation qui empirent, chaque fois que vous allez au travail, vous allez mettre 50% de temps en plus, soit $x*1,5$ minutes.*

Que faites-vous ?

- ☐ 1 Je ne change rien
- ☐ 2 Je pars plus tôt
- ☐ 3 Je change d'itinéraire
- ☐ 4 Je vais à pied
- ☐ 5 Je vais en vélo
- ☐ 6 Je vais en scooter ou moto
- ☐ 7 Je prends les transports en commun
- ☐ 8 Je fais du covoiturage
- ☐ 9 Je réunis mes déplacements
- ☐ 10 Je modifie mes horaires de travail
- ☐ 11 Je réduis mon temps de présence à mon lieu de travail
- ☐ 12 Je fais demi-tour et ne vais pas à mon lieu de travail
- ☐ 13 Je travaille chez moi (y compris télétravail)
- ☐ 14 Je change de lieu de travail
- ☐ 15 Je change d'emploi
- ☐ 16 Je change de lieu de résidence
- ☐ 17 Autres (Merci de préciser)
- ☐ 18 Pas de choix supplémentaire

2/ Maintenant, imaginez que les conditions de circulation continuent d'empirer. Pour aller au travail, vous mettez dorénavant systématiquement DEUX fois plus de temps.
*Ex : chaque fois que vous allez au travail, vous allez mettre $x*2$ minutes à la place de x minutes.*

Que faites-vous ?

- ☐ 1 Je ne change rien
- ☐ 2 Je pars plus tôt
- ☐ 3 Je change d'itinéraire
- ☐ 4 Je vais à pied
- ☐ 5 Je vais en vélo
- ☐ 6 Je vais en scooter ou moto
- ☐ 7 Je prends les transports en commun
- ☐ 8 Je fais du covoiturage
- ☐ 9 Je réunis mes déplacements
- ☐ 10 Je modifie mes horaires de travail
- ☐ 11 Je réduis mon temps de présence à mon lieu de travail
- ☐ 12 Je fais demi-tour et ne vais pas à mon lieu de travail
- ☐ 13 Je travaille chez moi (y compris télétravail)
- ☐ 14 Je change de lieu de travail
- ☐ 15 Je change d'emploi
- ☐ 16 Je change de lieu de résidence
- ☐ 17 Autres (Merci de préciser)
- ☐ 18 Pas de choix supplémentaire

3/ Enfin, imaginez que pour aller au travail, vous mettez dorénavant systématiquement TROIS fois plus de temps.

*Ex : chaque fois que vous allez au travail, vous allez mettre $x*3$ minutes à la place de x minutes.*

Que faites-vous ?

- ☐ 1 Je ne change rien
- ☐ 2 Je pars plus tôt

- ☐ 3 Je change d'itinéraire
- ☐ 4 Je vais à pied
- ☐ 5 Je vais en vélo
- ☐ 6 Je vais en scooter ou moto
- ☐ 7 Je prends les transports en commun
- ☐ 8 Je fais du covoiturage
- ☐ 9 Je réunis mes déplacements
- ☐ 10 Je modifie mes horaires de travail
- ☐ 11 Je réduis mon temps de présence à mon lieu de travail
- ☐ 12 Je fais demi-tour et ne vais pas à mon lieu de travail
- ☐ 13 Je travaille chez moi (y compris télétravail)
- ☐ 14 Je change de lieu de travail
- ☐ 15 Je change d'emploi
- ☐ 16 Je change de lieu de résidence
- ☐ 17 Autres (Merci de préciser)
- ☐ 18 Pas de choix supplémentaire

Questions supplémentaires

Information trafic et GPS

- AVANT de quitter votre domicile pour vous rendre sur votre lieu de travail, tenez-vous compte des informations trafic suivantes ?

	1 Toujours	2 Parfois	3 Jamais	4 N'a pas cette information
L'information trafic à la radio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'information trafic à la télévision	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'information trafic sur Internet (Sytadin, Mapppy...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'information trafic disponible sur votre GPS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- PENDANT votre déplacement ALLER domicile-travail, tenez-vous compte des informations trafic suivantes ?

	1 Toujours	2 Parfois	3 Jamais	4 N'a pas cette information
L'information trafic à la radio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'information trafic sur Internet (Sytadin, Mapppy...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'information trafic disponible sur votre GPS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'information trafic affichée sur les panneaux lumineux sur les routes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Lorsque vous vous rendez à votre lieu de travail en voiture, vous êtes :

- ☐ 1 Toujours le conducteur
- ☐ 2 Toujours le passager
- ☐ 3 Le plus souvent le conducteur, parfois le passager
- ☐ 4 Le plus souvent le passager, parfois le conducteur

- Votre itinéraire domicile-travail en voiture est-il ... ?

	1 Toujours le même	2 Variable selon les conditions de circulation	3 Variable quelles que soient les conditions de circulation
à l'aller	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
au retour	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Stationnement

- Avez-vous des difficultés pour vous garer :

	1 Oui, à chaque fois ou presque	2 Oui, de temps en temps	3 Oui, mais rarement	4 Non jamais / j'ai une place attitrée (dont parking, garage...)
à votre domicile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sur votre lieu de travail	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- La voiture que vous utilisez est-elle :

- ☐ 1 Votre voiture personnelle
- ☐ 2 Une voiture de fonction
- ☐ 3 Une voiture de location
- ☐ 4 Autre

- De combien de voitures disposez-vous dans votre foyer ?

- ☐ 1 1 voiture
- ☐ 2 2 voitures
- ☐ 3 3 voitures ou plus
- ☐ 4 Aucune voiture

- De combien de deux-roues motorisés (moto, scooter) disposez-vous dans votre foyer ?

- ☐ 1 1 deux-roues motorisé
- ☐ 2 2 deux-roues motorisés ou plus
- ☐ 3 Aucun deux-roues motorisé

- En dehors de vos déplacements domicile-travail, à quelle fréquence utilisez-vous les transports en commun (bus, métro, RER, train) ?

- ☐ 1 Plus d'une fois par semaine
- ☐ 2 Une à trois fois par mois
- ☐ 3 Une fois à trois fois par an
- ☐ 4 Jamais

- Quel est le code postal de votre commune de résidence ?

- Quelle est votre profession ?

- ☐ 1 Agriculteur, exploitant
- ☐ 2 Profession libérale
- ☐ 3 Artisan, commerçant, chef d'entreprise
- ☐ 4 Cadre ou profession intellectuelle supérieure

- ☐ 5 Profession intermédiaire
- ☐ 6 Employé
- ☐ 7 Ouvrier
- ☐ 8 Etudiant ayant un emploi

- Vous êtes :

- ☐ Un homme
- ☐ Une femme

- Quel est votre âge ?

- Combien de personnes, y compris vous-même, vivent dans votre foyer ?

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5 ou plus

- Combien d'enfants de moins de 15 ans vivent dans votre foyer ?

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6 ou plus

- Quel est le code postal de la commune de votre lieu de travail ?

- A quelle distance, environ, se trouve votre lieu de travail de votre domicile ?

- Enfin, pour terminer, pouvez-vous indiquer le revenu annuel net de votre foyer en euros ?

Comptez tous les revenus de toutes les personnes de votre foyer (salaires, primes, pensions...).

- ☐ 1 Moins de 10 000 euros
- ☐ 2 De 10 000 euros à 20 000 euros
- ☐ 3 De 20 000 euros à 40 000 euros
- ☐ 4 De 40 000 euros à 60 000 euros
- ☐ 5 Plus de 60 000 euros
- ☐ 6 Ne répond pas

NB: Si vous le désirez, vous pouvez saisir vos remarques à propos du questionnaire ici -->

Annexe 8. Captures d'écran du questionnaire en ligne

Cette annexe complète le chapitre 9. Les captures d'écran, présentant des extraits du questionnaire, sont datées du 24 novembre 2010.

The screenshot shows a web browser window with the title 'Askia for Web'. The main content area has a dark background with the 'Sawir' logo in the top left. A progress bar in the top right indicates 27% completion. The text reads: 'Nous allons nous intéresser à vos déplacements domicile <--> travail **en voiture**. Combien de temps mettez-vous pour effectuer votre trajet porte à porte ?'. Below this, there are two sections: 'A l'ALLER (domicile-->travail)' and 'AU RETOUR (travail-->domicile)'. Each section contains three rows of input fields: 'au minimum', 'au maximum', and 'en général (la plupart du temps)'. Each row has a text input field followed by the label 'minutes (environ)'. A play button icon is visible at the bottom center of the form area.

The screenshot shows the same web browser window, but the progress bar now indicates 42% completion. The text reads: 'Nous allons vous proposer **2 scénarios** d'évolution des conditions de circulation automobile lors de vos déplacements domicile-travail **en voiture**. Il y aura 3 situations différentes par scénario.' This is followed by a paragraph: 'On suppose que la situation des transports en commun reste identique à celle d'aujourd'hui (même capacité, même fréquence qu'aujourd'hui, le temps de trajet reste identique). De même la situation de stationnement est la même et le prix du carburant ne change pas. Seules les conditions de circulation **automobile** se dégradent.' Below this, another paragraph states: 'Nous vous demandons de lire attentivement **chacune des 6 situations suivantes** et de nous dire quel(s) seraient votre ou vos choix face à **chacune de ces 6 situations**.' The final paragraph reads: 'Actuellement pour vous rendre de votre domicile à votre travail, vous mettez en général **35 minutes environ en voiture**.' A play button icon is visible at the bottom center of the form area.

Q1/6

Scénario 1

Imaginez que les conditions de circulation changent tous les jours, qu'elles deviennent de moins en moins prévisibles.

C'est la loterie, certains jours pour aller au travail, vous mettez le temps que vous mettez actuellement, **certaines jours vous mettez 50% de temps en plus.**

Exemple : Vous mettez habituellement 35 minutes pour vous rendre au travail en voiture. Maintenant, avec ces nouvelles conditions de circulation, c'est la loterie, vous allez mettre certains jours encore 35 minutes mais au moins une à deux fois par semaine vous allez mettre jusqu'à 52 minutes (soit 50% de temps en plus).

Que faites-vous ?

Dans la liste ci-dessous, cochez votre choix principal (choix 1) puis cochez un à deux choix supplémentaires ou choisissez l'option "pas de choix supplémentaire" en bas du tableau (choix 2 puis 3).

	Choix 1	Choix 2	Choix 3
Je fais demi-tour et ne vais pas à mon lieu de travail	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je change de lieu de résidence	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je vais en vélo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je fais du covoiturage	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je prends les transports en commun	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je change de lieu de travail	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je change d'emploi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je réduis mon temps de présence à mon lieu de travail	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je travaille chez moi (y compris télétravail)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je pars plus tôt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je vais en scooter ou moto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je modifie mes horaires de travail	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je ne change rien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je vais à pied	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je change d'itinéraire	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je réunis mes déplacements	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autres (Merci de préciser)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pas de choix supplémentaire	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Si vous avez coché "Autre" merci de préciser ici-->

Q2/6

Maintenant imaginez que les conditions de circulation continuent de changer tous les jours, qu'elles deviennent de moins en moins prévisibles. C'est la loterie, certains jours pour aller au travail, vous mettez le temps actuel, **certains jours vous mettez DEUX fois plus de temps.**

Ex : Certains jours vous mettez **35 min**, certains jours vous mettez jusqu'à **1h10 min**.

Que faites-vous ?

Dans la liste ci-dessous, cochez votre choix principal (choix 1) puis cochez un à deux choix supplémentaires ou choisissez l'option "pas de choix supplémentaire" en bas du tableau (choix 2 puis 3).

	Choix 1	Choix 2	Choix 3
Je fais demi-tour et ne vais pas à mon lieu de travail	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je change de lieu de résidence	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je vais en vélo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je fais du covoiturage	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je prends les transports en commun	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q4/6

*** Scénario 2***

ATTENTION Depuis quelques temps, les conditions de circulation se dégradent de façon PERMANENTE.

On suppose toujours que la situation des transports en commun reste identique (même capacité, même fréquence, même temps de trajet qu'aujourd'hui). De même, la situation de stationnement est la même et le prix du carburant ne change pas.

Pour aller au travail, **vous mettez dorénavant systematiquement 50% de temps en plus.**

Exemple : Vous mettez habituellement **35 minutes** pour vous rendre au travail en voiture. Maintenant, avec ces conditions de circulation qui empirent, chaque fois que vous allez au travail, vous allez mettre 50% de temps en plus, soit **52 minutes**.

Que faites-vous ?

Dans la liste ci-dessous, cochez votre choix principal (choix 1) puis cochez un à deux choix supplémentaires ou choisissez l'option "pas de choix supplémentaire" en bas du tableau (choix 2 puis 3).

TABLE DES FIGURES

Figure 1 - Les trois représentations du diagramme fondamental (Buisson et Lesort, 2010).	27
Figure 2 - Calcul du coût marginal de la congestion (Prud'homme, 1999).	33
Figure 3 - Les trois niveaux d'opérateurs de réseaux (Dupuy, 1991).	52
Figure 4 - Localisation des trois terrains d'étude.	60
Figure 5 - Carte du découpage concentrique ou semi-concentrique des trois régions métropolitaines étudiées.	70
Figure 6 - Croquis de localisation du « nouvel axe des sièges sociaux » dans l'ouest du centre étendu de São Paulo.	75
Figure 7 - Croquis de localisation des principaux centres d'affaires dans la région métropolitaine de Mumbai.	76
Figure 8 - Cartes des réseaux routiers primaires et ferrés dans les métropoles étudiées.	78
Figure 9 - Carte nommant les principaux axes routiers dans les régions métropolitaines étudiées.	83
Figure 10 - Répartition des déplacements selon les modes.	90
Figure 11 - Répartition des déplacements selon le motif.	94
Figure 12 - Vue sur le boulevard périphérique vers l'ouest, Porte d'Orléans, mai 2011 GL.	121
Figure 13 - Vue de la Marginal Pinheiros, sens nord-sud, depuis le pont de Jaguaré, oct. 2009 GL.	121
Figure 14 - Vue de la voie rapide occidentale, sens sud-nord, vers l'aéroport, mars 2010 GL.	121
Figure 15 - Carte des trafics journaliers moyens annuels (TJMA) dans les trois régions étudiées.	123
Figure 16 - Carte estimant l'intensité de la congestion dans les trois régions étudiées.	126
Figure 17 - Vitesses de circulation en temps réel en Île-de-France, Sytadin, 5 mai 2011 à 18h10 heure locale.	130
Figure 18 - Vitesses de circulation en temps réel dans la région de São Paulo, Google Maps, 6 mai 2011 à 8h45 heure locale.	130
Figure 19 - Bouchons en Île-de-France, Sytadin, 14 juin 2011 à 17h14 heure locale.	132
Figure 20 - Évolution de la répartition journalière des déplacements en voiture particulière (en nombre de déplacements), en fonction de l'heure de départ, en Île-de-France et dans la région de São Paulo (RMSP).	137
Figure 21 - Exemple de répartition journalière du trafic en unité de voitures particulières à Mumbai (en %).	138
Figure 22 - Répartition journalière du trafic sur le réseau des voies rapides urbaines (VRU) en Île-de-France (en %).	139
Figure 23 - Croquis des macro-régulations concernant la voirie en Île-de-France.	177
Figure 24 - Croquis des macro-régulations concernant la voirie dans la région de São Paulo.	186
Figure 25 - Croquis des macro-régulations concernant la voirie dans la région de Mumbai.	196

Figure 26 - Chronologie schématique de la mise en place des catégories de macro-régulations par terrain.	199
Figure 27 - Les méso-régulations s'ordonnent sur un axe allant des macro- aux micro-régulations.	225
Figure 28 - Panneau affiché sur la porte d'entrée du commerce, situé à l'angle d'une avenue très passante dans la ville insulaire de Mumbai : « <i>ne stationnez pas en double file, ne stationnez pas dans l'angle</i> » (GL, 2012).	233
Figure 29 - Publicité SFR, tirée de l'édition francilienne du journal gratuit <i>20 Minutes</i> , mai 2011.	241
Figure 30 - Coupure de presse, <i>Hindustan Times</i> , 20 avril 2010. La légende est la suivante : « <i>Coincé dans les bouchons sur le chemin de la maison ? Vous avez maintenant youtube pour suivre votre match de cricket. Vérifiez juste que vous avez assez de réseau pour le son</i> ».	273
Figure 31 - Stratégies pour les déplacements contraints et non contraints dont les temps de parcours révélés (TPR) sont inférieurs ou égaux à 30 minutes ou supérieurs à 30 minutes.	281
Figure 32 - Seuils d'altération en fonction des paliers par scénario et par terrain d'étude pour les déplacements contraints.	284
Figure 33 - Seuils d'altération en fonction du délai au scénario 2, par terrain d'étude, pour les déplacements contraints.	287
Figure 34 - Seuils d'altération en fonction des paliers par scénario pour les automobilistes et les multimodaux (données redressées).	304
Figure 35 - Seuils d'altération en fonction des paliers par scénario pour les automobilistes résidant à Paris et en grande couronne (données redressées).	305
Figure 36 - Seuils d'altération au scénario 2, en fonction du délai, pour tous les répondants (« Tous »), les automobilistes (« Auto ») et les automobilistes résidant en grande couronne (« Auto GC ») (données redressées).	307
Figure 37 - Rapport par classe entre la typologie “automobilistes” et la typologie générale.	314
Figure 38 - Les six interactions possibles entre les trois niveaux de régulations (d'après Dupuy, 1991).	321
Figure 39 - Diagramme temporel établi à partir du carnet de bord de B. résidant en Île-de-France (extrait des premières heures de la journée, de 6h à 15h).	379
Figure 40 - S. désigne l'itinéraire qu'emprunte sa mère plusieurs fois par semaine (entretien du 3 avril 2010 à Mumbai, GL).	381

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Découpage concentrique ou semi-concentrique des trois régions métropolitaines étudiées.....	69
Tableau 2 - Densités de population des régions métropolitaines étudiées.....	71
Tableau 3 - Évolution de la population dans les régions métropolitaines étudiées.	72
Tableau 4 - Localisation des emplois dans les régions métropolitaines étudiées.	74
Tableau 5 - Longueur des réseaux dans les régions métropolitaines étudiées.....	77
Tableau 6 - Taux de motorisation (nombre de voitures particulières pour 1 000 habitants).....	87
Tableau 7 - Motorisation des ménages (part des ménages possédant au moins une voiture).....	88
Tableau 8 - Volume des déplacements journaliers	90
Tableau 9 - Distances parcourues en millions de kilomètres.....	95
Tableau 10 - Portée moyenne d'un déplacement en kilomètres (distance à vol d'oiseau).....	97
Tableau 11 - Durée moyenne d'un déplacement en minutes.	98
Tableau 12 - Répartition des déplacements en fonction de l'origine et de la destination (en %).	99
Tableau 13 - Nombre de déplacements par jour par habitant.	102
Tableau 14 - Durée des périodes de pointe selon les régions métropolitaines.	127
Tableau 15 - Vitesses moyennes pendant les périodes de pointe dans les trois régions, en km/h.....	127
Tableau 16 - Evolution des vitesses dans la région métropolitaine de Mumbai.....	128
Tableau 17 - Niveaux de services et représentations cartographiques selon l'opérateur.	129
Tableau 18 - Liste des macro-régulations effectives dans les trois terrains d'étude en 2011.....	163
Tableau 19 - Jeu d'acteurs dans la politique de lutte contre la congestion, en fonction des catégories de macro-régulations, par terrain.....	198
Tableau 20 - Poids des limites en fonction des catégories de macro-régulations.....	220
Tableau 21 - Caractéristiques de l'échantillon en fonction des trois terrains d'enquête.	260
Tableau 22 - Présentation des scénarios.	262
Tableau 23 - Nombre de réponses par stratégie selon le type de déplacement, les 2 scénarios confondus.	267
Tableau 24 - Classement des 15 stratégies selon leurs impacts sur le schéma de déplacement (SD) et le programme d'activités (PA).	268
Tableau 25 - Comparaison des listes de stratégies.....	274
Tableau 26 - Confrontation aux hiérarchies proposées dans la littérature.....	277
Tableau 27 - Fréquence des réponses par classe et type de déplacement, selon les terrains d'étude.....	278
Tableau 28 - Caractéristiques de l'échantillon, avant et après redressement (à partir des données du recensement général de la population réalisé par l'INSEE en 2006).	296
Tableau 29 - Moyenne des temps de parcours révélés des répondants.....	297
Tableau 30 - Liste des réponses proposées aux répondants.....	299

Tableau 31 - Fréquence des réponses par classe, suivant la zone de résidence puis le mode de transport dominant (données redressées).	302
Tableau 32 - Seuils d'altération au scénario 2, en fonction du temps de parcours durant le jeu, pour tous les répondants (données redressées).	307
Tableau 33 - Présentation des classes de la typologie générale et de la typologie centrée sur les automobilistes (données redressées).	310
Tableau 34 - Les caractéristiques des quatre grandes familles d'interactions entre les différents niveaux de régulations.	322
Tableau 35 - Tableau synthétique de la genèse du projet de thèse.	371

TABLE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie	France
ANTP	<i>Associação Nacional de Transportes Públicos</i>	Brésil
ANTT	<i>Agência Nacional de Transportes Terrestres</i>	Brésil
BMRDA	<i>Bombay Metropolitan Region Development Authority</i> (MMRDA depuis 1996)	Inde
BP	Boulevard Périphérique	France
BRIC	<i>Brazil Russia India China</i>	Autre
CCFA	Comité des Constructeurs Français de l'Automobile	France
CET	<i>Companhia de Engenharia de Tráfego</i>	Brésil
CGPC	Conseil Général des Ponts et Chaussées (CGEDD depuis 2008)	France
CIFRE	Convention Industrielle de Formation pour la Recherche en Entreprise	France
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique	France
CRIA	Centre de recherche sur les Réseaux, l'Industrie et l'Aménagement (UMR Géographie-Cités)	France
CRRRI	<i>Central Road Research Institute</i>	Inde
CSP	Catégorie Socio-Professionnelle	Autre
CTS	<i>Comprehensive Transportation Study</i>	Inde
DER	<i>Departamento de Estradas de Rodagem</i> (<i>Governo de Estado de São Paulo</i>)	Brésil
DERSA	<i>Desenvolvimento Rodoviário S. A.</i>	Brésil
Detran-SP	<i>Departamento Estadual de Trânsito de São Paulo</i>	Brésil
DIRIF	Direction Interdépartementale des Routes d'Île-de-France	France
DREAM	Direction de la Recherche, des Études Avancées et des Matériaux, Renault	France
DREIF	Direction Régionale de l'Équipement d'Île-de-France (DRIEA-IF depuis 2010)	France
ECMT	<i>European Conference of Ministers of Transport</i>	Autre
EDF	Électricité de France	France
EEH	<i>Eastern Express Highway</i>	Inde
EIRD	Enquête Interactive de Réponses Déclarées	Autre
ENTD	Enquête Nationale Transports et Déplacements	France
FEBIAC	Fédération Belge de l'Automobile et du Cycle	Autre
GDF	Gaz de France	France
Gerpisa	Groupe d'Étude et de Recherche Permanent sur l'Industrie et les Salariés de l'Automobile	France
GPS	<i>Global Positioning System</i>	Autre
HATS	<i>Household Activity and Travel Simulator</i>	Autre
IAU îdF	Institut d'Aménagement et d'Urbanisme Île-de-France	France
IAURIF	Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Île-de- France (IAU îdF depuis 2008)	France

IBGE	<i>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística</i>	Brésil
IDF	Île-de-France	France
IFSTTAR	Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux	France
IGR	Institut Gustave Roussy (Villejuif)	France
INALCO	Institut National des Langues et Civilisations Orientales	France
INRETS	Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (IFSTTAR depuis 2011)	France
INSEE	Institut National des Statistiques et des Sciences Économiques	France
INSERM	Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale	France
IPEA	<i>Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada</i>	Brésil
IRF	<i>International Road Federation</i>	Autre
ISSRC	<i>International Sustainable Systems Research Center</i>	Autre
IVM	Institut pour la Ville en Mouvement	France
JNNURM	<i>Jawaharlal Nehru National Urban Renewal Mission</i>	Inde
MESN	<i>Mumbai Environmental Social Network</i>	Inde
Metrô	<i>Companhia do Metropolitano de São Paulo</i>	Brésil
MMRDA	<i>Mumbai Metropolitan Region Development Authority</i>	Inde
MP	<i>Marginal Pinheiros</i>	Brésil
MSRDC	<i>Maharashtra State Road Development Corporation</i>	Inde
MT	<i>Marginal Tietê</i>	Brésil
MTSU	<i>Mumbai Transformation Support Unit</i>	Inde
MUIP	<i>Mumbai Urban Infrastructure Project</i>	Inde
MUTP	<i>Mumbai Urban Transport Project</i>	Inde
NCAER	<i>National Council for Applied Economic Research</i>	Inde
PA	Programme d'activités	Autre
PCC	<i>Primeiro Comando da Capital</i>	Brésil
PDDT	<i>Plano Diretor Desenvolvimento dos Transportes</i>	Brésil
PDE	Plans de Déplacements d'Entreprises	France
PDUIF	Plan de Déplacements Urbains d'Île-de-France	France
PITU	<i>Plano Integrado de Transportes Urbanos</i>	Brésil
Predit	Programme national de recherche et d'innovation dans les transports terrestres	France
RATP	Régie Autonome des Transports Parisiens	France
RER	Réseau Express Régional	France
RMM	Région Métropolitaine de Mumbai	Inde
RMSP	Région Métropolitaine de São Paulo	Brésil
SACTRA	<i>Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment</i>	Autre
Sanef	Société des Autoroutes du Nord et de l'Est de la France	France
SD	Schéma de Déplacements	Autre
SDRIF	Schéma Directeur de la région Île-de-France	France
Sempla	<i>Secretaria Municipal do Planejamento, Orçamento e Gestão (Prefeitura de São Paulo)</i>	Brésil
SIREDO	Système Informatique de Recueil de Données	France

SIRIUS	Service d'Information pour un Réseau Intelligible aux Usagers	France
SIURB	<i>Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras (Prefeitura de São Paulo)</i>	Brésil
SMT	<i>Secretaria dos Transportes Metropolitanos (Governo de Estado de São Paulo)</i>	Brésil
SNCF	Société Nationale des Chemins de Fer	France
SSI	<i>Survey Sampling International</i>	France
STIF	Syndicat des Transports d'Île-de-France	France
STM	<i>Secretaria Municipal de Transportes (Prefeitura de São Paulo)</i>	Brésil
TfL	<i>Transport for London</i>	Autre
TJMA	Trafics Journaliers Moyens Annuels	Autre
TPR	Temps de Parcours Révélé	Autre
TRB	<i>Transportation Research Board</i>	Autre
TSU	<i>Transport Studies Unit</i>	Autre
URF	<i>Union Routière de France</i>	France
UVP	Unité de Voiture Particulière	Autre
VRU	Voies Rapides Urbaines	Autre
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>	Autre
WEH	<i>Western Express Highway</i>	Inde

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	9
1. Le contexte interne : la collaboration entre Renault et le CRIA.....	10
2. Le contexte externe : la politique industrielle de Renault.....	13
3. La spécificité de ce travail de recherche	16
4. Le plan de la thèse.....	17
PREMIÈRE PARTIE - ÉTAT DE L'ART, DÉMARCHE ET HYPOTHÈSES DE RECHERCHE.....	19
CHAPITRE 1 - DÉFINIR LA CONGESTION AUTOMOBILE.....	21
1. Des embarras de la ville aux embouteillages de l'agglomération.....	22
1.1 Les embarras ou l'encombrement de l'espace urbain.....	22
1.2 Les embouteillages ou la congestion de la circulation automobile.....	23
1.3 La critique de l'automobile : l'encombrement est dénoncé comme problème urbanistique.....	24
2. Les ingénieurs du trafic et la congestion.....	26
2.1 Le diagramme fondamental	26
2.2 Manifestation de la congestion dans le temps et dans l'espace	28
2.3 Caractérisation et mesure de la congestion du trafic	29
3. Les économistes et la congestion	31
3.1 La notion d'externalité négative	31
3.2 Calculer le coût social de la congestion	31
3.3 Tarifier le coût social de la congestion	35
4. La congestion automobile comme perturbation du système automobile.....	37
4.1 La socio-économie des transports : une nouvelle perspective d'analyse de la congestion	37
4.2 La congestion, dysfonctionnement du système automobile	38
4.3 La congestion, détérioration des temps de parcours	40
5. Conclusion du premier chapitre	45
CHAPITRE 2 - LES MÉTHODES CHOISIES : L'ANALYSE SYSTÉMIQUE ET LA COMPARAISON SPATIALE	47
1. L'analyse systémique.....	48
1.1 La Théorie générale des Systèmes	48
1.2 Systèmes et réseaux	49
1.3 Les trois niveaux de réseaux du système automobile	50
1.4 Les territoires du système automobile	53
2. La comparaison spatiale.....	55
2.1 L'échelle d'étude : l'aire métropolitaine.....	56
2.2 Le choix des cas d'étude	59
3. Conclusion du deuxième chapitre.....	61
CONCLUSION DE LA PREMIÈRE PARTIE	62

DEUXIÈME PARTIE - DIAGNOSTIC D'UNE PATHOLOGIE MÉTROPOLITAINE.....65

CHAPITRE 3 - L'ENVIRONNEMENT DU SYSTÈME AUTOMOBILE67

1.	Les espaces métropolitains étudiés	68
1.1	Présentation générale	68
1.2	Répartition et évolution de la population.....	71
1.3	Localisation des emplois.....	73
1.4	Les réseaux de transport.....	76
1.5	L'organisation en réseau des principaux axes routiers	81
1.6	Synthèse sur les réseaux de transport.....	84
2.	Mobilités quotidiennes et usages de la voiture	85
2.1	La motorisation	86
2.2	Les déplacements quotidiens dans les régions métropolitaines	89
a)	Volume des déplacements	90
b)	Partage modal	90
c)	Motifs de déplacements	94
d)	Distances parcourues	95
e)	Portée des déplacements	97
f)	Durée des déplacements	98
g)	Géographie des déplacements	99
2.3	La mobilité quotidienne des ménages métropolitains.....	102
a)	L'interaction sociale	102
b)	L'interaction spatiale	104
c)	L'intensité d'usage des modes	104
d)	La capacité d'organisation des individus : les accès aux modes entre localisations résidentielles et niveaux de revenus.....	105
e)	Le coût de la mobilité individuelle : budget transport en temps et en argent	108
3.	Conclusion du troisième chapitre.....	111

CHAPITRE 4 - LES SYMPTÔMES DE PERTURBATION DU SYSTÈME AUTOMOBILE.....113

1.	Les manifestations spatiales et temporelles de la congestion automobile	114
1.1	Les données de trafic	114
1.2	Les indicateurs d'infrastructures.....	116
a)	La composition du trafic	117
b)	Les trafics journaliers moyens sur voies rapides (débit)	122
c)	L'intensité de la congestion (rapport entre débit et capacité).....	124
d)	Les vitesses de déplacements	127
e)	L'évolution des vitesses.....	128
f)	Les niveaux de service (échelle de vitesses) en temps réel.....	129
g)	L'étendue spatiale de la congestion.....	131
h)	Une perspective comparatiste nouvelle à partir du facteur d'encombrement général.....	132
1.3	Les indicateurs de trafic	133
a)	Le temps en plus	134
b)	La qualité du déplacement : variabilité et fiabilité des temps de parcours	136
1.4	Synthèse sur les indicateurs	140

2.	Les évolutions de la congestion automobile : atténuation ou reprise ?.....	142
2.1	Le rôle de la hausse des revenus et de l'évolution des formes urbaines	142
2.2	La rapidité du changement économique, accélérateur de congestion	146
2.3	Vers une reprise de la congestion ?.....	147
3.	Conclusion du quatrième chapitre	151
CONCLUSION DE LA DEUXIÈME PARTIE		154
TROISIÈME PARTIE - LES MÉCANISMES D'ADAPTATION DU SYSTÈME AUTOMOBILE FACE À LA CONGESTION		155
CHAPITRE 5 - LES MACRO-RÉGULATIONS CLASSIQUES		159
1.	Présentation des macro-régulations <i>effectives</i>	162
2	L'Île-de-France : un enjeu secondaire, une réponse d'exploitation.....	165
2.1	Les stratégies de l'offre : traitement d'itinéraires et gestion dynamique.....	166
2.2	Des stratégies de la demande moins sollicitées	172
2.3	Une articulation transport-urbanisme en demi-teinte	175
3.	La région métropolitaine de São Paulo : un enjeu important, des réponses contrastées.....	178
3.1	Les stratégies de l'offre : grands travaux de l'État fédéré et exploitation du réseau par la municipalité	179
3.2	Des stratégies de l'offre complétées par les stratégies de la demande : <i>rodizio</i> et métro	182
3.3	Une articulation transport-urbanisme en retrait	184
4.	La région métropolitaine de Mumbai : un enjeu de première importance, une réponse d'investissement	187
4.1	Les stratégies de l'offre : les grands travaux dominent la politique de lutte contre la congestion	188
4.2	Les stratégies de la demande : l'opportunité des transports publics.....	192
4.3	Une articulation transport-urbanisme pour dédensifier	194
5.	Conclusion du cinquième chapitre.....	197
CHAPITRE 6 - LES MACRO-RÉGULATIONS INNOVANTES		201
1.	Quelques exemples de macro-régulations innovantes	202
1.1	Contraindre l'usage par les prix : le péage urbain de décongestion à Londres	203
	La théorie	203
	Les premières expérimentations	203
	Le péage urbain de décongestion à Londres	204
	Un transfert possible ?	205
	Une expérimentation de second choix (<i>second-best scheme</i>) : l'expérimentation néerlandaise d'une politique de récompense	206
1.2	Réduire l'offre viaire diminue la demande automobile : la démolition d'une autoroute urbaine à Séoul	207
	La controverse.....	207
	L'illustration : la démolition de la voie rapide Cheonggyecheon à Séoul	207
	Quel transfert possible ?.....	208
2.	Les limites à la mise en place de macro-régulations efficaces	210
2.1	Les limites techniques : demande induite et report modal.....	211

Le principe de la demande induite	211
Confirmation des résultats d'A. Downs (1962) par ceux de G. Duranton et M. Turner (2011)	212
Un report modal sans évidence mais l'importance technique de maintenir une offre en transports publics de qualité	212
Comment la puissance publique réagit-elle au principe de demande induite ? L'exemple britannique	213
2.2 Les limites culturelles : le poids de la tradition	214
2.3 Les limites technologiques, sociales, politiques et budgétaires	216
Les limites technologiques	216
Les limites sociales : ingérence et équité	216
Les limites politiques : difficile gouvernance et compétition internationale	217
Les limites budgétaires, sensibles dans un contexte de crise économique	218
2.4 Les limites temporelles : la lenteur structurelle des macro-régulations	219
2.5 Quelles limites pour quelles régulations ?	220
3. Conclusion du sixième chapitre	221
 CHAPITRE 7 - LES MÉSO-RÉGULATIONS	223
1. Suppléer la puissance publique : le rôle de l'entreprise ou de l'organisation communautaire	226
1.1 Améliorer l'offre : l'exemple des gros générateurs de flux	226
1.2 Proposer des alternatives à l'automobile : des offres spontanées de transports collectifs	228
a) L'offre légale : l'exemple de la navette de l'Institut Gustave Roussy	228
b) L'offre spontanée : les <i>peruas</i> des <i>favelas</i> paulistaines	229
c) L'offre spontanée : mototaxis et <i>motoboys</i> à Paris et à São Paulo	230
d) Des actions régulatrices ponctuelles : une initiative en faveur du stationnement à Mumbai	232
1.3 Renforcer l'articulation transport-urbanisme : l'action des promoteurs privés	234
2. Faire pression auprès de la puissance publique : le rôle des associations et des fédérations	235
2.1 Le phénomène du deux-roues motorisé en Île-de-France	235
Un usage en forte croissance depuis la fin des années 1990	236
La revendication des associations de motards : autoriser la circulation entre les files (ou remontée de files)	237
2.2 Les passe-droits : une revendication des fédérations professionnelles entendue par la puissance publique	241
2.3 L'action en justice ou comment la société civile mumbaïkar cherche à se faire entendre	243
3. L'organisation informelle collective, en dehors de toute substitution ou revendication	244
3.1 Le "bon plan", degré zéro des méso-régulations	244
Le "bon plan" de la machine à café	244
Le "bon plan" 2.0	245
3.2 Les relations de proximité : s'organiser avec la famille, les amis et les voisins	247
3.3 Le covoiturage, une pratique durable quand elle reste non institutionnalisée	249
4. Conclusion du septième chapitre	251

CHAPITRE 8 - LES MICRO-RÉGULATIONS	253
1. Le recours aux jeux de simulation pour l'étude des micro-régulations	255
1.1 Le choix de la simulation : l'Enquête Interactive de Réponses Déclarées (EIRD).....	255
1.2 Le protocole de l'Enquête Interactive de Réponses Déclarées	258
a) Collecte des données : calendrier et partenariats	258
b) L'échantillon.....	259
c) La base de faits	261
d) Les scénarios.....	261
2. Les principaux résultats de l'enquête qualitative	265
2.1 Relevé des stratégies d'adaptation à la congestion : une « liste universelle de stratégies » ?	265
Vérification du principe d'une « liste universelle » de stratégies d'adaptation à la congestion	266
La stratégie particulière à Mumbai : le recours au chauffeur	271
Le contenu de la « liste universelle » de stratégies d'adaptation à la congestion évolue-t-il au fil du temps ?	274
2.2 Hiérarchisation des stratégies en fonction de leur fréquence.....	276
Des fréquences qui changent selon la durée initiale du déplacement.....	280
2.3 Les seuils d'altération selon les scénarios et les terrains	282
2.4 Chercher à estimer le seuil d'altération	286
Confrontation de l'estimation du seuil d'altération à la littérature	288
3. Conclusion du huitième chapitre	290
CHAPITRE 9 – ANALYSE APPROFONDIE DES MICRO-RÉGULATIONS EN ÎLE-DE-FRANCE.....	291
1. Présentation de l'enquête quantitative	292
1.1 L'échantillon.....	293
1.2 Structure du questionnaire et déroulement de l'enquête.....	296
2. Validation des résultats de l'enquête qualitative : hiérarchisation des stratégies et seuil d'altération.....	300
2.1 La hiérarchie des réponses	301
2.2 Des seuils d'altération qui varient selon les répondants ?	303
2.3 Mesurer le seuil d'altération	306
3. Typologie des comportements d'adaptation à la congestion	309
3.1 Présentation des classes de la typologie générale.....	310
(1) L'ajustement marginal : des résidents de grande couronne peu touchés par la congestion (classe 5)	310
(2) L'altération modale : des multimodaux qui travaillent ou résident à Paris (classe 1)	311
(3) L'altération temporelle : des catégories sociales aisées (CSP +) qui adaptent leurs horaires (classe 4)	311
(4) L'altération spatiale : des catégories sociales aisées (CSP +) qui résident loin de leur travail et qui peuvent télé-travailler (classe 3).....	312
(5) L'altération radicale : des actifs aux longs trajets qui “craquent” (classe 2)	312
3.2 Les typologies font ressortir le rôle du territoire	313
4. Conclusion du neuvième chapitre	315

CHAPITRE 10 - LES INTERACTIONS ENTRE RÉGULATIONS.....	319
1. Caractériser les interactions	321
1.1 Définition et caractéristiques	321
1.2 Une typologie des interactions.....	322
a) Les interactions d'influence.....	323
b) Les interactions hiérarchiques ou “ <i>top-down</i> ”	323
c) Les interactions démocratiques ou “ <i>bottom-up</i> ”	324
d) Les interactions en partenariat.....	325
e) Et les interactions entre régulations du même niveau.....	326
2. Des interactions entre méso-régulations et micro-régulations, qui s'intensifient en Île-de-France	328
2.1 Le rôle accru des méso-régulations.....	328
2.2 Vers une évolution du système automobile ?	329
3. Conclusion du dixième chapitre.....	333
CONCLUSION DE LA TROISIÈME PARTIE.....	334
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	337
BIBLIOGRAPHIE.....	341
1. Littérature scientifique	341
1.1 Générale	341
1.2 Île-de-France	352
1.3 Région métropolitaine de São Paulo.....	358
1.4 Région métropolitaine de Mumbai	360
2. Littérature grise	363
2.1 Générale	363
2.2 Île-de-France	363
2.3 Région métropolitaine de São Paulo.....	364
2.4 Région métropolitaine de Mumbai	365
3. Articles de presse	365
3.1 Généraux	365
3.2 Île-de-France	365
3.3 Région métropolitaine de São Paulo.....	366
3.4 Région métropolitaine de Mumbai	367
ANNEXES.....	369
Annexe 1. Tableau synthétique de la genèse du projet de thèse	371
Annexe 2. Liste des experts rencontrés.....	372
Annexe 3. Le déroulement de l'enquête interactive de réponses déclarées	378
Annexe 4. Les fiches de recrutement des ménages	382
Annexe 5. La base de faits.....	391
Annexe 6. Les cartes à jouer	398
Annexe 7. Le questionnaire.....	410
Annexe 8. Captures d'écran du questionnaire en ligne	419
TABLE DES FIGURES	423
TABLE DES TABLEAUX.....	425
TABLE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	427
TABLE DES MATIÈRES	431

**Les stratégies d'adaptation à la congestion automobile
dans les grandes métropoles
Analyse à partir des cas de Paris, São Paulo et Mumbai**

L'objectif de cette recherche est d'analyser le rôle de la congestion automobile dans la vie quotidienne des ménages motorisés des grandes métropoles. La congestion est-elle plus intense dans les grandes métropoles des pays émergents ? La situation dans ces grandes métropoles préfigure-t-elle l'avenir de l'Île-de-France, compte tenu d'une offre viaire qui se stabilise et d'une multiplication des déplacements automobiles de banlieue à banlieue ?

Nous partons de la définition de la congestion automobile comme une perturbation interne du système automobile. À partir d'une approche systémique et comparative, nous étudions les manifestations sociales, spatiales et temporelles de la congestion automobile en Île-de-France et dans deux régions métropolitaines de pays émergents, São Paulo au Brésil et Mumbai en Inde. L'étude s'appuie sur les enquêtes de déplacements des ménages et les données de trafic.

Puis, nous examinons comment la puissance publique, les acteurs collectifs intermédiaires et les ménages motorisés de ces métropoles s'adaptent à la congestion et interagissent. Pour cela, nous menons une évaluation de la politique de transport de ces régions, enquêtons sur les stratégies des entreprises et des associations, et réalisons une enquête interactive de réponses déclarées auprès de ménages motorisés, suivie d'un questionnaire en Île-de-France.

Mots-clés : *automobile, congestion, stratégie, adaptation, grande métropole, politique de transport.*

**Responsive adaptations to traffic congestion in mega cities
The cases of Paris, São Paulo and Mumbai**

This PhD dissertation studies the impact of traffic congestion in the daily life of metropolitan motorized households. Is traffic congestion worse in mega cities of developing countries? Could it be the future of the Paris region, given its slow growth of road infrastructure and its multiplication of car travels in the suburbs?

Traffic congestion is defined as an internal perturbation of the automobile-based system. Adopting a systemic and comparative approach, we diagnose social, spatial and temporal characteristics of traffic congestion in the Paris region and in two mega cities of the developing world, São Paulo in Brazil and Mumbai in India. The diagnosis is based on the household travel surveys and the traffic data.

We proceed to analyze the responses of public authorities, companies, organizations, and motorized households regarding traffic congestion in the three selected regions and how these responses interact. The analysis is based on our own transport policy evaluation and the investigation of the companies' and organizations' strategies, as well as on our household interactive stated response survey, followed by a quantitative survey in the Paris region.

Key words: *car, traffic congestion, adaptation, mega city, transport policy, interactive stated response survey.*